# Helpdeskvraag: Variatie in de uittrek van schieraal

O.A. van Keeken, S. Glorius

Rapport C119/15



IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever: Ministerie van EZ
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

BO-20-010-119-IMARES

Publicatiedatum: 13 augustus 2015

**IMARES** is:

- Missie Wageningen UR: *To explore the potential of marine nature to improve the quality of life.*
- IMARES is hét Nederlandse instituut voor toegepast marien ecologisch onderzoek met als doel kennis vergaren van en advies geven over duurzaam beheer en gebruik van zee- en kustgebieden.
- IMARES is onafhankelijk en wetenschappelijk toonaangevend.


| | | | |
|---|---|---|---|
| P.O. Box 68 | P.O. Box 77 | P.O. Box 57 | P.O. Box 167 |
| 1970 AB IJmuiden | 4400 AB Yerseke | 1780 AB Den Helder | 1790 AD Den Burg Texel |
| Phone: +31 (0)317 48 09 00 | Phone: +31 (0)317 48 09 00 | Phone: +31 (0)317 48 09 00 | Phone: +31 (0)317 48 09 00 |
| Fax: +31 (0)317 48 73 26 | Fax: +31 (0)317 48 73 59 | Fax: +31 (0)223 63 06 87 | Fax: +31 (0)317 48 73 62 |
| E-Mail: imares@wur.nl | E-Mail: imares@wur.nl | E-Mail: imares@wur.nl | E-Mail: imares@wur.nl |
| www.imares.wur.nl | www.imares.wur.nl | www.imares.wur.nl | www.imares.wur.nl |





IMARES, onderdeel van Stichting DLO.
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285





A_4_3_1-V14.2

**Inhoudsopgave**

## Samenvatting

In het Nederlands Aalbeheerplan is een visverbod op aal ingesteld in de maanden september, oktober en november. Dit omdat gedurende deze periode de meeste schieraal uittrekt in Nederland. Vanuit de visserijsector bestaat behoefte aan meer flexibiliteit in het aalbeheerplan om te kunnen inspelen op eventuele veranderende omstandigheden, zoals de veranderende watertemperatuur, welke mogelijk van invloed zouden kunnen zijn op de migratie van schieraal. Naar aanleiding van een Motie in de Tweede Kamer (Motie Visser, vergaderjaar 2014–2015, 29 664, nr. 129) is aan IMARES gevraagd of de periode van uittrek van schieraal in Nederland varieert en of deze afhankelijk is van potentiële verandering in watertemperatuur.

Voor de analyse van de timing van de schieraalmigratie in relatie tot omgevingsfactoren is het noodzakelijk om langlopende gegevenssets te gebruiken, om voldoende jaren te hebben om het effect te onderzoeken. Bij kortlopende gegevenssets speelt toeval een grote rol en dat maakt deze datasets minder tot niet geschikt om een robuuste analyse te kunnen maken. Om deze reden zijn gegevens van schieraalvangsten gebruikt van twee verschillende langlopende onderzoeken die bij IMARES beschikbaar zijn:

- Afslaggegevens van het IJsselmeergebied (PO-vis, maandelijkse aanlandingen over de periode 1961 t/m 1993)
- Fuikmonitoringsgegevens uit de passieve vismonitoring MWTL (vangsten per fuiklichting over de periode 2003 t/m 2013).

Gegevens over de watertemperatuur in het IJsselmeer zijn verkregen uit Waterbase, een databank beheerd door Rijkswaterstaat. Het verband tussen de timing van de schieraalmigratie en watertemperatuur is onderzocht voor het IJsselmeer door de relatie te bepalen tussen het moment dat 10%, 25% en 50% van de schieraalvangsten gedaan zijn in een jaar en de gemiddelde watertemperatuur in het voorjaar (maart-mei) en in de zomer (juli-augustus) van hetzelfde jaar. Met de beschikbare datasets wordt de invloed van watertemperatuur in het voorjaar en de zomer onderzocht op de timing van de schieraalmigratie. Daarnaast zijn binnen IMARES beschikbare datasets over schieraaltrek op een temporele en ruimtelijke schaal opgewerkt, zodat inzicht verkregen kan worden in temporele (tussen jaren) en ruimtelijke (tussen gebieden binnen 1 jaar) variatie in schieraalmigratie.
Verder is in een beperkte literatuurstudie onderzocht welke kennis reeds beschikbaar is over de timing van schieraalmigratie en welke (interactie van) factoren van invloed zijn op de timing van de schieraalmigratie.

Omgevingsfactoren
Verschillende omgevingsfactoren zijn voorafgaand of tijdens de migratie van schieraal van belang. Allereerst moet aal fysiologisch klaar zijn om te migreren, wat onder andere afhankelijk is van lengte, leeftijd en vetvoorraad. Vervolgens zijn er verschillende omgevingsfactoren van invloed op de het daadwerkelijke moment dat een schieraal gaat migreren. De aanvang van het migratieseizoen is volgens de beschikbare literatuur onder andere afhankelijk van het lichtniveau en fotoperiode (verhouding tussen licht en donker, daglengte) voorafgaand aan migratieperiode. Watertemperatuur in de periode voorafgaande de migratie wordt ook genoemd, echter in combinatie met andere factoren. De factoren zijn van invloed op het transitieproces van rode aal naar schieraal en de timing hiervan. Enkele onderzoeken benoemen dat de temperatuur in combinatie met andere factoren in de zomer/augustus van invloed kan zijn op de timing van migratie, waarbij een warme zomer een latere aanvang van de schieraalmigratie kan geven en een koudere zomer juist een vroegere schieraalmigratie. Omdat de temperatuur sterk gerelateerd is aan afvoer (neerslag) is het uit deze onderzoeken niet mogelijk om het temperatuureffect te scheiden van andere factoren die effect kunnen hebben op het daadwerkelijk starten van de migratie, zoals waterbewegingen. Wel is bekend uit de literatuur dat in landen die meer

noordelijk liggen, de migratie van schieraal gemiddeld eerder op gang komt (o.a. Noorwegen, Ierland, piek gemiddeld midden september-midden oktober) dan gebieden die meer zuidelijk (o.a. Frankrijk, piek gemiddeld midden oktober-midden november) liggen. Per land kan de timing van de schieraalmigratie per jaar wel verschillen.

Het daadwerkelijke moment dat de schieralen gaan migreren is afhankelijk van verschillende factoren en het verloop van de migratie is bij aanvang van het aalvisseizoen in het voorjaar niet te voorspellen. Goede voorspellers voor de schieraalmigratie zijn niet voorhanden. Het moment dat de migratie daadwerkelijk begint is in de literatuur vaak gecorreleerd aan verhoogde waterbeweging door waterafvoer na regenval, het openen van dammen, waterbeweging tijdens of na stormen of door regen, maar ook aan lage lichtcondities door verhoogde turbiditeit in het water of de maanfase. Doordat aal leeft in verschillende omgevingen, van kleine polders tot grote meren en rivieren, zullen niet alle omgevingsfactoren met dezelfde intensiteit doorwerken en zullen verschillende factoren op verschillende manieren aal aansporen (trigger) voor het begin van de daadwerkelijke migratie. Hierdoor kan migratie in verschillende gebieden op verschillen momenten in een jaar plaatsvinden.

Uit de data-analyse blijkt dat het moment van migreren van schieraal in Nederland varieert tussen de jaren en tussen de gebieden binnen hetzelfde jaar. Zo kan de piek in schieraalmigratie in sommige gebieden al in augustus of begin september zijn, in andere gebieden kan dit pas in december zijn in hetzelfde jaar. Er is zowel voor de watertemperatuur in het voorjaar (maart-mei) als voor de zomer (juli-augustus) geen significant effect aangetoond voor beide gegevensets met het moment dat 10%, 25% en 50% van de schieralen in een jaar gevangen zijn. Dit betekent dat watertemperatuur voorafgaand aan de schieraaltrekperiode geen duidelijke invloed heeft op het moment dat schieraal daadwerkelijk migreert.

Eindconclusies:

1) Timing van de daadwerkelijke schieraaluittrek kan niet worden voorspeld aan de hand van watertemperatuur in voorjaar of zomer. Andere factoren dan watertemperatuur zijn van belang voor de daadwerkelijke schieraaluittrek.
2) Timing van schieraaluittrek vertoont binnen een jaar grote variatie tussen gebieden, waardoor een eventuele flexibele gesloten periode niet voor heel Nederland kan worden vastgesteld.
3) Timing van schieraaluittrek vertoont tussen jaren in een gebied minder variatie dan tussen gebieden binnen een jaar.
4) De gesloten periode van september tot november omvat veel van de spatiele en temporele variatie zodat, ondanks deze variatie, het gros van de schieraal tijdens de uittrek vrij is van visserijsterfte.

De analyses van de beide datasets en geraadpleegde literatuur laten zien dat de timing van de migratie van schieraal veel sterker gerelateerd is aan omgevingsparameters die schieraal aanzetten tot de start van hun migratie, dan door factoren die de timing bepalen wanneer rode aal zich transformeert tot schieraal. Hierdoor lijkt de timing niet op langere termijn voorafgaand aan het migratieseizoen te bepalen.

# 1. Inleiding

De aalpopulatie en vangsten van aal (*Anguilla anguilla* L.) zijn sterk teruggelopen: De huidige intrek van glasaal is slechts circa 5% van de intrek in de 60-70-er jaren (Wolfshaar *et al.*, 2015). Deze situatie wordt door de International Council for the Exploration of the Sea (ICES) in 2014 als volgt omschreven: "The status of eel remains critical and ICES advises that all anthropogenic mortality (e.g. recreational and commercial fishing, hydropower, pumping stations, and pollution) affecting production and escapement of silver eels should be reduced to – or kept as close to – zero as possible." Om herstel van de aalpopulatie mogelijk te maken heeft De Raad van de Europese Unie in 2007 de "EU Regulation for the Recovery of the Eel Stock (EC 1100/2007)" vastgesteld. Deze verordening verplicht de lidstaten om met een eigen nationaal aalbeheerplan te komen en te implementeren. Het doel van deze aalbeheerplannen is daarbij als volgt omschreven: "Doel van de beheersplannen voor aal is het verminderen van de antropogene sterfte, zodat er een grote kans bestaat dat ten minste 40% van de biomassa van schieraal kan ontsnappen naar zee, gerelateerd aan de beste raming betreffende de ontsnapping die plaats zou hebben gevonden indien de mens geen invloed had uitgeoefend op het bestand. De beheersplannen voor aal worden opgesteld met het oog op het bereiken van die doelstelling op lange termijn."

De evaluatie van het Nederlandse aalbeheerplan laat zien dat de maatregelen hebben geleid tot een substantiële teruggang in sterfte door menselijk handelen tussen 2005-2007 en 2008-2010. Deze reductie was voornamelijk het gevolg van beperkingen van de visserij (recreatief en beroep). Tussen 2008-2010 en 2011-2013 is verdere bescheiden teruggang in (visserij) sterfte door menselijk handelen gerealiseerd.

Uit de analyse van de status van aal in de Nederland voor de tweede evaluatie van het Nederlands aalbeheerplan blijkt dat deze status in 2011-2013 "ongewenst" is (hoge sterfte, lage biomassa). De huidige biomassa van uittrekkende schieraal ligt onder de doelstelling van minimaal 40% van de pristine biomassa (B0) (exclusief zee- en kustwateren) en de huidige sterfte door menselijk handelen ligt boven de geadviseerde sterfte bij een dergelijke lage biomassa aan uittrekkende schieraal. De schatting van sterfte door menselijk handelen in het huidige model is een onderschatting van de werkelijke sterfte aangezien verschillen oorzaken van sterfte nog niet zijn gekwantificeerd (o.a. sterfte door vervuiling (PCB), parasieten (zwemblaasparasiet), stroperij, sterfte rode aal in gemalen). De aalpopulatie in Nederland en de uittrek van schieraal zullen naar verwachting, wanneer de genomen maatregelen effectief blijken, pas veel later substantieel verbeteren. De reden dat dit zo lang duurt, is dat aal een langlevende soort is. Het duurt meer dan een jaar voordat glasaal na geboorte aankomt voor de Nederlandse kust en de binnenwateren op zwemt. Vervolgens duurt het 5-15 jaar voordat deze (rode) aal "schier" wordt, en als schieraal terugtrekt naar zee. Het blijft verder onzeker of de genomen maatregelen op termijn werkelijk zullen leiden tot een duurzaam verbeterde aalstand, omdat niet zeker is welke factoren de achteruitgang in de aalstand hebben veroorzaakt (Wolfshaar *et al.*, 2015).

In het kader van het aalbeheerplan is een landelijke gesloten periode voor de visserij met aalvistuigen ingesteld in 2009. Het doel van deze sluiting is de visserij te beperken gedurende de belangrijkste periode voor schieraalmigratie. Vanaf 2010 loopt de periode van 1 september tot en met 31 november. In deze periode is het verboden te vissen met visfuiken en andere vistuigen die hoofdzakelijk gebruikt worden of bestemd zijn voor de vangst van aal, of gevangen aal voorhanden te hebben (Uitvoeringsregeling visserij artikel 32a en 32b).

Vanuit de visserijsector (mevr. Keuter) bestaat behoefte aan flexibiliteit in het aalbeheerplan om te kunnen inspelen op eventuele veranderende omstandigheden, zoals de veranderende watertemperatuur. Deze factor zou mogelijk van invloed kunnen zijn op de migratie van schieraal. Gesteld werd door de

sector dat een kouder voorjaar en later beginnende zomer resulteert in het later opgang komen van de vangbaarheid van rode aal en een latere aanvang van de visserij op rode aal en dat hogere temperaturen in september daarnaast effect zouden kunnen hebben door een latere migratie van schieraal in het najaar. Door het door de sector gesuggereerde latere op gang komen van de schieraaltrek zou de gesloten periode voor aalvistuigen gedurende 1 september tot en met 30 november eventueel verschoven of verkort kunnen worden. Naar aanleiding van een Motie in de Tweede Kamer (Motie Visser, vergaderjaar 2014–2015, 29 664, nr. 129) is aan IMARES gevraagd hoe variatie in de uittrek van schieraal in Nederland varieert en of de schieraaluittrek afhankelijk is van potentiële verandering in watertemperatuur. De Motie Visser (Bijlage A.1) omvatte de volgende tekst:

*De Kamer,*

*Gehoord de beraadslaging,*

*overwegende dat er vanuit de visserijsector behoefte bestaat aan meer flexibiliteit in het aalbeheerplan om te kunnen inspelen op veranderende omstandigheden zoals de veranderende watertemperatuur;*

*constaterende dat het huidige aalbeheerplan van Nederland weinig ruimte biedt om te kunnen inspelen op veranderende omstandigheden;*

*overwegende dat er geen sprake is van een gelijk speelveld binnen de EU en dat elke wijziging in het huidige plan eerst via een langdurig proces langs de Europese Commissie moet;*

*verzoekt de regering, in kaart te brengen hoe het visseizoen binnen Nederland voor aal aan veranderende omstandigheden onderhevig is en de Kamer te informeren hoe binnen het aalbeheerplan er eventueel nog dit jaar rekening gehouden kan gaan worden met deze veranderende omstandigheden,*

*en gaat over tot de orde van de dag.*

*Visser*
*Geurts*
*Dijkgraaf*
*Jacobi*

## 2. Kennisvraag

Vanuit de motie Visser zijn drie vragen gedestilleerd in een “kennisvraag”, welke inzicht moeten verschaffen in de variatie in schieraaltrek en de potentiële invloed van watertemperatuur hierop.

1. Is er vanuit de gegevens van IMARES, eventueel aangevuld met gegevens uit de visserij afkomstig van mevrouw A. Keuter, een wezenlijke verschuiving te ontdekken in de schieraalmigratie?

2. Is er een mogelijke correlatie te vinden tussen het tijdstip waarop het visseizoen aanvangt op rode aal en de start van de schieraalmigratie?

3. Kan IMARES wat zeggen over de verschillende methoden die ontwikkeld zijn om de schieraalmigratie te voorspellen?

Overeen gekomen is dat naar aanleiding van de drie bovenstaande kennisvragen het onderstaand onderzoek gedaan wordt:

A. In een beperkte literatuurstudie wordt onderzocht welke kennis reeds beschikbaar is over de timing van schieraalmigratie en welke (interactie van) factoren van invloed zijn op de timing van de schieraalmigratie.

B. Binnen IMARES beschikbare datasets over schieraaltrek worden op een temporele en ruimtelijke schaal opgewerkt, zodat inzicht verkregen kan worden in temporele (tussen jaren) en ruimtelijke (tussen gebieden binnen 1 jaar) variatie in schieraal migratie.

C. Met beschikbare datasets bij IMARES wordt de invloed van watertemperatuur in het voorjaar en de zomer onderzocht op de timing van de schieraalmigratie.

## 3. Methoden

Voor de analyse van de timing van de schieraalmigratie in relatie tot omgevingsfactoren is het noodzakelijk om langlopende gegevenssets te gebruiken, om zodoende voldoende jaren te hebben om het effect te onderzoeken. Bij kortlopende gegevenssets speelt toeval een grote rol en dat maakt deze datasets minder tot niet geschikt om een robuuste analyse te kunnen maken. Om deze reden zijn gegevens van schieraalvangsten gebruikt van twee verschillende langlopende onderzoeken die bij IMARES beschikbaar zijn:

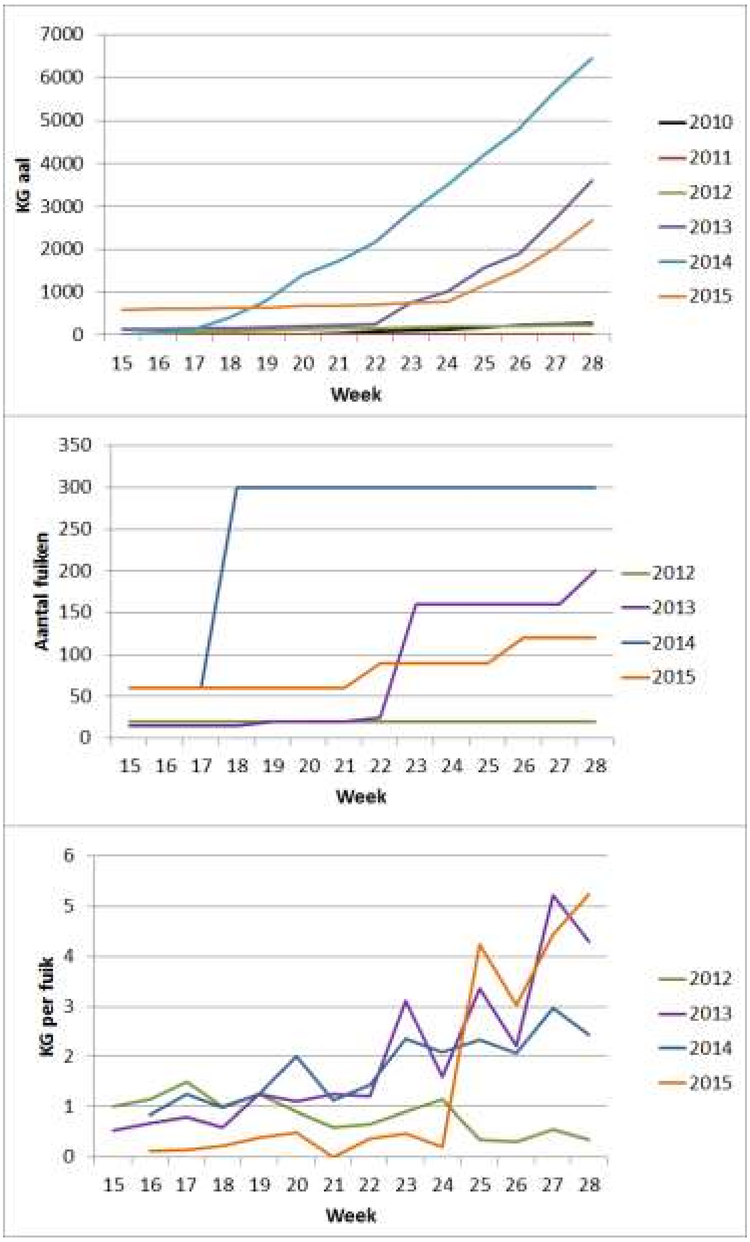
- Afslaggegevens van het IJsselmeergebied (PO-vis, maandelijkse aanlandingen voor de periode 1961 t/m 1993).
- Fuikmonitoringsgegevens uit de passieve vismonitoring MWTL (vangsten per fuiklichting voor de periode 2003 t/m 2013).

De afslaggegevens geven een overzicht van alle aanlandingen in het IJsselmeergebied. De gegevens zijn echter niet gecorrigeerd voor de inspanning die geleverd wordt om de vangst te behalen. Om deze reden zijn ook fuikmonitoringsgegevens uit de passieve vismonitoring MWTL gebruikt voor het IJsselmeer. De MWTL passieve vismonitoring is uitgevoerd vanaf 1994 tot en met 2013, waarbij beroepsvissers gedurende hun visseizoen vangsten registreerden in enkele fuiken. Vanwege de gesloten periode voor aalvistuigen vanaf 2009 voor de maanden september-november waren gegevens van schieraal voor het najaar niet meer beschikbaar en vanwege de sluiting van gebieden wegens dioxinevervuiling vanaf 2011 zijn veel visgebieden afgevallen in de monitoring. Om deze reden is deze monitoring recent gestopt en is overgegaan op een nieuwe monitoring. De MWTL gegevens kunnen worden gecorrigeerd voor de geleverde inspanning waarmee een visser vist. Voor een goede analyse van de gegevens is het wel van belang dat gedurende de gehele periode geen veranderingen zijn gemaakt in het gebruikte vistuig en uitgevoerd op dezelfde wijze. Om deze reden zijn van slechts enkele van de monitoringsreeksen (IJsselmeer, Maas, benedenrivieren) uit de MWTL monitoring geschikte reeksen beschikbaar voor het maken van overzichten van een tijdreeks. Echter zijn de gegevens wel afhankelijk van de periode dat de visser actief was in het gebied. De gegevens laten dan ook het verloop van de vangsten in enkele fuiken zien durende een jaar tijdens het visseizoen en zijn daarmee wel afhankelijk van de periode dat de visser in het gebied gevist heeft. Eén gebied in het IJsselmeer uit de MWTL was geschikt voor een goede analyse van de relatie van de timing van de schieraalmigratie met watertemperatuur, omdat jaarlijks gedurende het grootste deel van de migratieperiode van schieraal gevist werd.

Gegevens over de watertemperatuur in het IJsselmeer zijn verkregen uit Waterbase, een databank beheerd door Rijkswaterstaat. De locaties (Bijlage B.1) en het interval waarop de watertemperatuur geregistreerd werd in het IJsselmeergebied varieert over de tijd (Tabel 1). De relatie tussen schieraalmigratie en de invloed hierop van watertemperatuur is onderzocht door het moment van schieraalmigratie te correleren aan de gemiddelde watertemperatuur. Hiervoor is zowel de gemiddelde watertemperatuur in het (meteorologische) voorjaar, beginnend op 1 maart en eindigend op 1 juni, als de gemiddelde temperatuur in de maanden juli en augustus gebruikt. Fluctuaties in gemiddelde watertemperatuur zijn onderzocht door te kijken naar afwijkingen onder en boven de gemiddelde temperatuur ± 1x de standaarddeviatie (sd). Koude jaren zijn gedefinieerd als kouder dan gemiddelde temperatuur minus 1x de standaard deviatie en warme jaren als de temperatuur hoger was dan de gemiddelde temperatuur plus 1x standaard deviatie.

De vangstgegevens van de firma Keuter bevatte wekelijkse aalvangsten en inspanning per jaar (2010-2015) die gerapporteerd moeten worden aan het Ministerie van EZ. Tussen de jaren bestaat verschil in het verloop van de aalvangsten (Figuur 1 bovenste paneel) in het voorjaar, alsmede het aantal gezette fuiken (Figuur 1 middelste paneel). In 2014 was de vangst eerder, maar zijn ook eerder al fuiken gezet in groter aantal, wat daardoor ook resulteert in eerdere stijgende vangsten. De vangst per fuik loopt

gedurende het seizoen op (Figuur 1, onderste paneel), waarbij vangst per fuik tot week 24 in 2015 onder de vangsten van de jaren daarvoor zaten. Firma Keuter geeft aan dat "iedere visserman pas zijn materiaal uitbreidt als hij denkt dat het zin heeft. Met die kou en wind die dit jaar zo lang heeft geduurd heeft het geen enkel nut om meer materiaal in zee te zetten, daar gaat de vangst echt niet mee omhoog. Dus eerder stijgende vangsten heeft alles met weersomstandigheden te maken waardoor fuiken eerder gezet worden."
In de vangstgegevens kan verder geen onderscheid gemaakt worden tussen vangsten van rode aal en van schieraal. Om deze reden kan de dataset niet gebruikt worden in verdere analyse van de timing van de schieraalmigratie.




***Figuur 1.*** *Vangst- en inspanningsgegevens van firma Keuter per jaar gedurende week 15 (begin april) tot en met week 28 (eind juni) voor de periode 2010-2015. Gegevens 2010-2014 afkomstig van het Ministerie van EZ, 2015 van de Firma Keuter. In 2015 zijn in de winter vangsten gedaan, waardoor de vangsten dat jaar bij aanvang van het voorjaar hoger waren vergeleken met de andere jaren.*

Drie momenten in de schieraaltrek zijn onderzocht; het moment waarop 10%, 25% en 50% van de jaarlijkse schieraalvangst gevangen is. Deze momenten zijn geselecteerd om het verloop van het begin van het migratieseizoen en effect van watertemperatuur hierop te onderzoeken. Hiertoe zijn schieraalvangsten omgerekend naar procenten van de jaarvangst welke over een visseizoen bij elkaar opgeteld zijn (cumulatief). Voor de MWTL dataset zijn schieraalvangsten per fuiklichting omgerekend. Vervolgens is op de vangstgegevens een sigmoïdfunctie (s-vormige curve) gefit (logistische regressie) en is het moment bepaalt dat 10%, 25% en 50% van de jaarlijkse schieraalvangsten gehaald zijn.

Het verband tussen schieraalmigratie en watertemperatuur gedurende het voorjaar (maart-mei) en zomer (juli-augustus) is onderzocht door een lineaire regressielijn te fitten tussen het moment van de schieraaltrek, uitgedrukt in 10%, 25% en 50% van de schieraalvangsten en de gemiddelde watertemperatuur in het voorjaar en in de zomer van hetzelfde jaar. Vervolgens is gekeken of deze relaties significant verschillend waren van 0 (= horizontale lijn).

***Tabel 1.*** *Meetlocaties die gebruikt zijn voor het bepalen van de watertemperatuur en de correlatie met schieraaltrek in het IJsselmeergebied.*

| **Meetlocatie** | **Jaar begin** | **Jaar eind** | **Aantal jaren** | **Meet frequentie** | **Schieraal Afslag gegevens** | **Schieraal MWTL** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Breezanddijk binnen | 1959 | 1993 | 35 | dagelijks | X | |
| Den Oever | 1972 | 1992 | 21 | maandelijks | X | |
| Kornwerderzand buiten | 2001 | 2012 | 12 | dagelijks | | X |
| Enkhuizerzand | 1972 | 1992 | 21 | maandelijks | X | |
| Ketelmeer west | 1972 | 2015 | 44 | maandelijks | X | X |
| Stavoren | 1959 | 1993 | 35 | dagelijks | X | |
| Steile bank[1] | 1972 | 2015 | 27 | maandelijks | X | x |

[1] met een gat tussen 1993 en 2010.

# 4. Resultaten

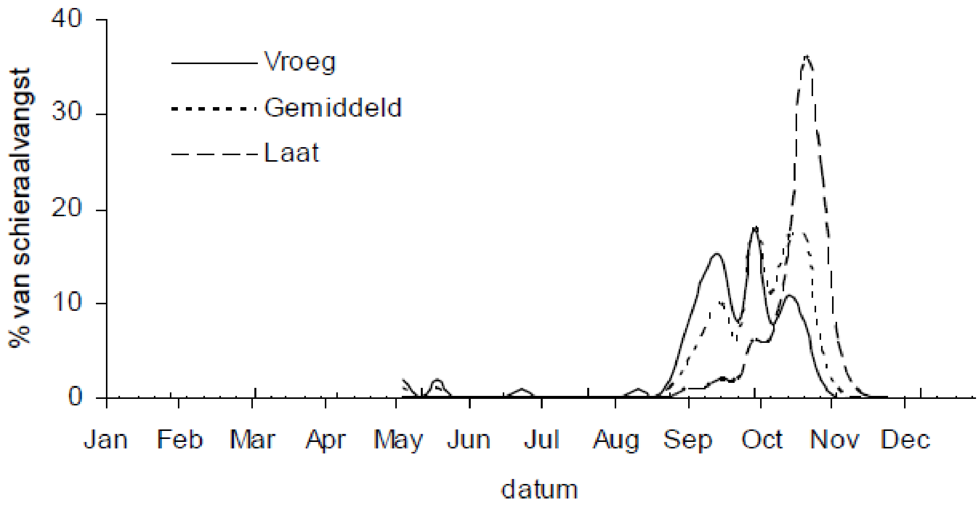
## 4.1 Literatuurstudie timing schieraalmigratie

### *4.1.1. Timing schieraalmigratie*

In de literatuur is onderzoek gedaan naar de timing van schieraalmigratie en het effect van omgevingsfactoren op de timing van de migratie. Aal kan in sommige jaren met name in enkele pieken migreren (Lowe, 1952), terwijl in andere jaren dit veel meer verspreid is gedurende het migratieseizoen (Durif & Elie, 2008). Voor schieraal is de belangrijkste migratieperiode vanaf augustus tot november, afhankelijk van de locatie (Hoefnagel & Dekker, 2005; Klein Breteler, 2008; Ministerie van LNV, 2009). Vangsten van het IJsselmeer gerapporteerd in het verleden (ICES, 2004) zijn aangedragen (Tabel 2) voor dit rapport, waarbij het gemiddelde en het vroegste en laatste jaar zijn getoond voor de schieraalmigratie. Vroege en late jaren verschillen volgens Klein Breteler (2008) per locatie wel in vangstverdeling per maand, maar eigenlijk niet in maanden van aanvang en afloop van het seizoen. Op verspreide locaties in het MWTL monitorings-programma in de Nederlandse binnenwateren loopt het vangstseizoen van schieraal van september tot en met november (Hoefnagel & Dekker, 2005). Op basis van de MWTL-gegevens en de gegevens van de IJsselmeervisserij (Figuur 2) is door Hoefhagel & Dekker (2005) ingeschat dat een seizoensluiting van de schieraalvisserij in de maanden september tot en met december leidt tot 90% vangstvermindering. Een sluiting van oktober tot en met december leidt tot 67% vangstvermindering en een sluiting in november en december tot 17% vangstvermindering, alles met betrekking tot de schieraal. De variatie in het schieraalseizoen in MWTL gegevens in het verleden zijn onderzocht op veranderingen van jaar-op-jaar, veranderingen tussen locaties en aan mogelijke tussen de locaties verschillende veranderingen van jaar-op-jaar. De beschikbare gegevens gaven aan dat er aanmerkelijke en statistisch significante verschillen tussen locaties aanwezig was, maar dat de variatie tussen jaren niet significant was (Hoefnagel & Dekker, 2005).

***Tabel 2.*** *Percentuele vangst gemiddeld voor het IJsselmeer en voor het jaar met vroegste en met de laatste migratie van schieraal. De meeste vangst van schieraal vond plaats gedurende september en oktober. De periode waarover deze tabel berekend is, is onbekend. Uit ICES (2004).*

| *Migratie periode* | *Jan* | *Feb* | *Maa* | *Apr* | *Mei* | *Jun* | *Jul* | *Aug* | *Sep* | *Okt* | *Nov* | *Dec* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vroeg | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 29 | 41 | 27 | 1 | 0 |
| Gemiddeld | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 49 | 31 | 3 | 0 |
| Laat | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 37 | 53 | 3 | 1 |




***Figuur 2.*** *Verdeling van de schieraalvangsten over het seizoen, in respectievelijk een vroege locatie en een vroeg jaar, een gemiddelde situatie en een late locatie in een laat jaar vanuit de MWTL gegevens. Figuur uit Hoefnagel & Dekker (2005).*

De migratie van schieraal heeft verschillende aspecten (Lowe, 1952):
1) de fysiologische voorbereiding voor de transitie van rode aal naar schieraal,
2) externe condities die de juiste omstandigheden creëren om migratie laten beginnen en eindigen (periode waarover migratie plaats vindt),
3) externe condities die de aal aanzetten om de werkelijke migratie te laten doen plaatsvinden (moment van migratie en piekmomenten in migratie),
4) factoren die de migratie tijdelijk onderbreken gedurende de dag of over meerdere dagen.

In dit hoofdstuk worden de verschillende factoren beschreven die in de literatuur genoemd zijn, die effect hebben op de migratie van schieraal. Fysiologische aanpassing die nodig zijn om de transitie van rode aal naar schieraal in te zetten, zoals bijvoorbeeld het opbouwen van voldoende vetreserves (Larson *et al.*, 1990) en aanpassingen in spiersamenstelling (Ellerbi *et al.*, 2001) worden in dit hoofdstuk niet besproken.

*Waterafvoer*
Het effect van verhoogde waterafvoer wordt door veel auteurs genoemd als een belangrijke factor voor pieken in schieraalmigratie (o.a. Lowe, 1952; Deelder, 1954; Haraldstad *et al.,* 1985*;* Vøllestad *et al.* 1994; Acou *et al.*, 2000, 2008; Bergmann-Godel & Eckman, 2003; Cullen & McCarthy, 2003*;* Durif & Elie, 2008; Verbiest *et al.,* 2012). In Nederlandse polders zet waterbeweging de migratie van schieraal in gang (Deelder, 1954). Lowe (1963) vond dat de grootste migratiepieken plaatsvonden bij de eerste periode van stijgende waterafvoeren gedurende het migratieseizoen. Vangsten van schieralen in de bestudeerde rivier namen daarna af, ondanks dat de hoge waterafvoer aanwezig was. Haraldstad *et al.* (1985) vond dat piekmigratie in november plaatsvond met hoge afvoer. Cullen & McCarthy (2003) vonden dat het begin van de migratieperiode in een Ierse rivier plaatsvond nadat de waterafvoer fors toenam. Durif & Elie (2008) gaven aan dat patronen tussen fuikvangsten van schieraal in rivieren in Frankrijk en afvoer niet altijd duidelijk waren, maar dat sommige pieken in afvoer samenvielen met pieken in vangst van schieraal. Afvoer was significant gecorreleerd met 50% en 75% van de vangsten van aal in een jaar. Regen was gecorreleerd met 95% van de vangsten. Elk moment van veel regen viel samen met een toename in migratie. Echter waren er ook migratiemomenten zonder regenval.

*Watersamenstelling*

Durif *et al.* (2008) deed onderzoek naar veranderingen in samenstelling van het water op de timing van migratie. Zij voerden een studie uit met schieraal gehouden in tanks die voorzien waren van stromend buitenwater en van stromend kraanwater. De alen gehouden in de bakken gevoed met buitenwater lieten een toename zien in zwemactiviteit één of twee dagen voor de periode dat er een piek was in schieraalactiviteit in de nabijgelegen rivier, terwijl alen gehouden in kraanwater dit niet lieten zien. De auteurs stelden dat de alen reageerden op veranderingen in de chemische samenstelling (turbiditeit of conductiviteit) van het water als trigger om te migreren in plaats van de mechanische stimulus van het water door stroming. Andere factoren als maanlicht en watertemperatuur waren voor beide baktypen gelijk, dus konden daarmee de activiteitverschillen niet verklaren.

*Temperatuur*

Vøllestad *et al.* (1986) vond in een studie naar migratie van aal gedurende tien jaar in een Noorse rivier dat de maximum schieraalmigratie plaatsvond bij temperaturen tussen 9°C en 12°C. Weinig alen migreerden beneden 4°C of boven 18°C. Gemiddelde lage watertemperaturen in juli en augustus en hoge waterafvoer resulteerde in een vroege start van de jaarlijkse migratie, terwijl hoge temperaturen en lage waterafvoer het tegenovergestelde effect gaf. Cullen & McCarthy (2003) gaven aan dat in Ierland de visserij op schieraal eerder begon in jaren met koudere zomers. Hoeveel eerder en hoe de vangsten verschilden werd niet beschreven. Omdat temperatuur en afvoer in de zomer sterk gecorreleerd zijn en er een sterk verband met afvoer en schieraalmigratie is aangetoond, lijkt het meer waarschijnlijk dat afvoer deze schieraal timing bepaalt dan temperatuur. Durif & Elie (2008) vingen de meeste alen (83%) tussen 6°C en 15°C, maar schieraal werd gevangen tussen -3°C en 21°C gedurende de studie. Bruijs & Durif (2009) gaven aan dat watertemperatuur waarschijnlijk meer effect heeft op het transitieproces naar schieraal dan op de werkelijk timing van de migratie.

*Maancyclus*

Rond de maanstand en schieraalmigratie worden geen eenduidige conclusies gevonden in de literatuur (Bruijs & Durif, 2009). Lowe (1952) vond dat gedurende periodes zonder waterafvoer kleine pieken in migratie plaatsvonden rond de periode van nieuwe maan in verschillende gebieden. De grotere pieken in migratie vonden echter wel later plaats gedurende hoge waterafvoer. Haraldstad *et al.* (1985) vond dat de pieken in migratie in het jaar dat bestudeerd werd plaats vond in het eerste kwartier en dat amper migratie plaatsvond bij volle maan. Bergmann-Godel & Eckmann (2003) rapporteerden echter dat migratie tijdens een zenderstudie plaatsvond net na volle maan. De migratie was hierbij wel gekoppeld aan een eerste periode van hoge waterafvoer. Cullen & McCarthy (2003) bestudeerde de migratie in twee jaar in een Ierse rivier. In het eerste studiejaar was de voornaamste trek gedurende volle maan, in het tweede jaar gedurende het eerste kwartier. Tesch (2003) gaf aan dat de grootste trek van schieraal plaatsvindt gedurende het laatste kwartier, gebaseerd op meerdere studies. Durif & Elie (2008) vond analyseerden vangsten uit de visserij in Frankrijk gedurende 12 jaar en vonden dat derde kwartier en nieuwe maan de hoogste vangsten van schieraal gaf tijdens de migratie. Een test van Durif *et al.* (2008) met alen gehouden in tanks nabij een rivier lieten voor verschillende alen verhoogde activiteiten zien bij verschillende maandstanden, waarbij de activiteit alleen bij volle maan het laagst was.

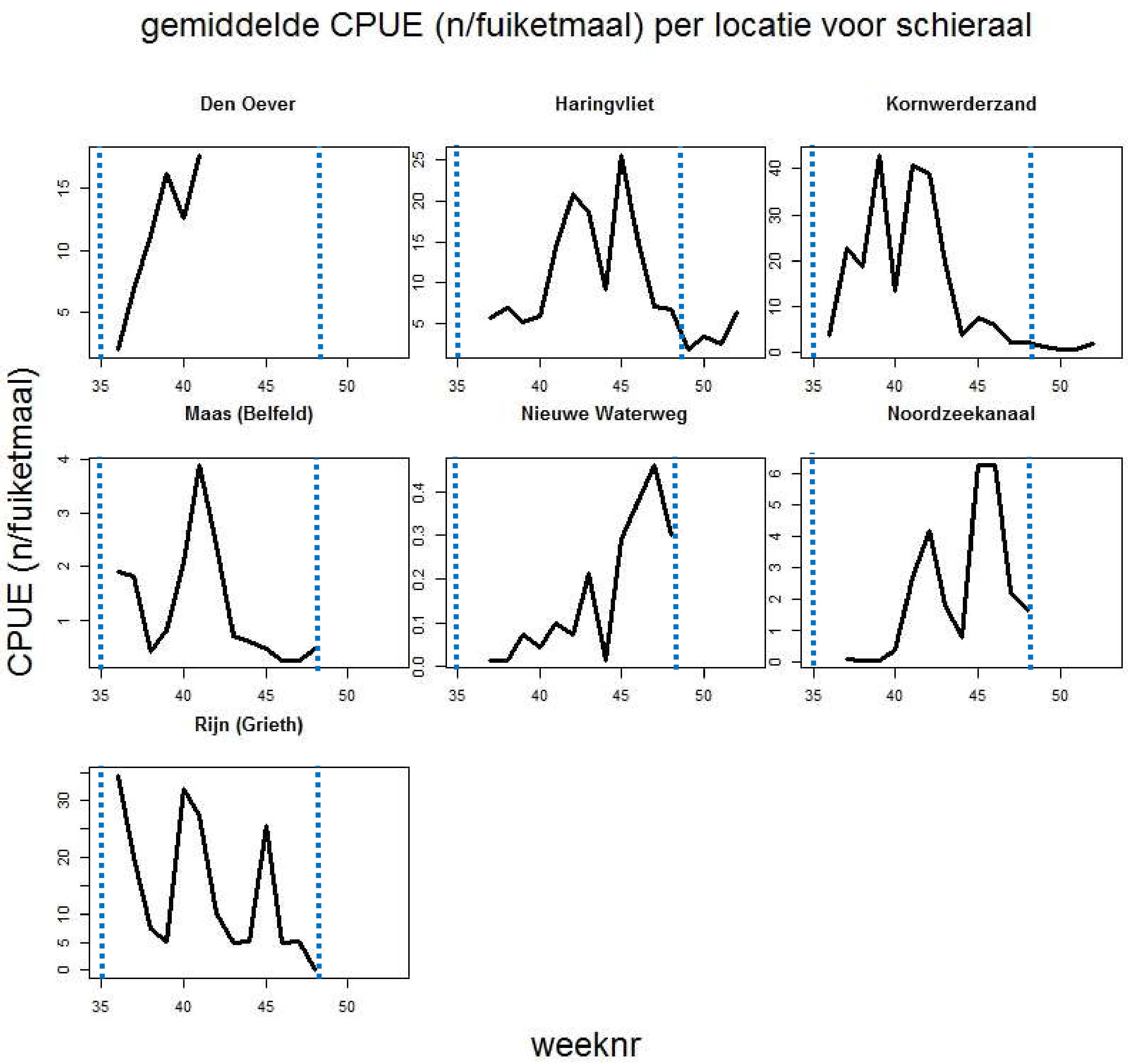
*Storm*

Haraldstad *et al.* (1985) vond in een studie in Noorwegen dat de migratiepiek plaatsvond gedurende stormachtig weer, terwijl de waterafvoer laag was voor het seizoen. Cullen & McCarthy (2003) vonden dat de grootste pieken in schieraalmigratie direct waarneembaar waren na grote stormen. Durif & Elie (2008) gaven aan dat in Frankrijk de migratie plaatsvindt tijdens stormachtige donkere nachten. Volgens Okamura *et al.* (2002) vinden migraties plaats in gebieden zonder regenval of variatie in stromingen onder invloed vang veranderingen in atmosferische druk.

*Microseisms*
Veranderingen in luchtdruk wordt niet gedacht als een factor die veel effect heeft op de schieraal migratie (Cullen & McCarthy, 2003) en wordt weinig benoemd. De door luchtdruk veroorzaakte micro aardbevingen (microseisms) is door Deelder (1954) aangegeven als een factor dat effect kan hebben. De migratie van schieraal nam toe met depressies over de Noordzee, welke deze microseisms veroorzaakte.

*Dag nacht ritmiek*
Veel onderzoeken vinden de migratie met name de eerste uren na zonsondergang (o.a. Lowe, 1952; Winter *et al.* 2006, Durif *et al.*, 2008, Breukelaar *et al.*, 2009). In een studie door Lowe (1952) werden de migrerende alen met name gevangen in de eerste uren van de nacht, met uitzondering van de periode met stijgende waterafvoer. In die nachten begonnen de vangsten bij aanvang van de nacht en liepen de vangsten op gedurende de nacht. Haraldstad *et al.* (1985) merkte op dat in hun studie in Noorwegen de meeste schieraal migreerde tussen 20.00 en 24.00 uur en bijna geen aal tussen 10.00 en 16.00 uur. Bergmann-Godel & Eckmann (2003) rapporteerden echter dat migratie tijdens een zenderstudie zowel overdag als 's nachts plaatsvond. De migratie was hierbij wel gekoppeld aan een eerste periode van hoge waterafvoer, waarbij sprake was van hoge turbiditeit. De lagere lichtintensiteit hierdoor in het water zou de reden kunnen zijn voor migratie overdag. Winter *et al.* (2006) vond in de Nederlandse Maas dat schieraal met name in de eerste helft van de nacht migreerde, terwijl Breukelaar *et. al* (2009) hogere waarnemingen van aal vond in de Rijn gedurende de eerste zes uren na zonsondergang.

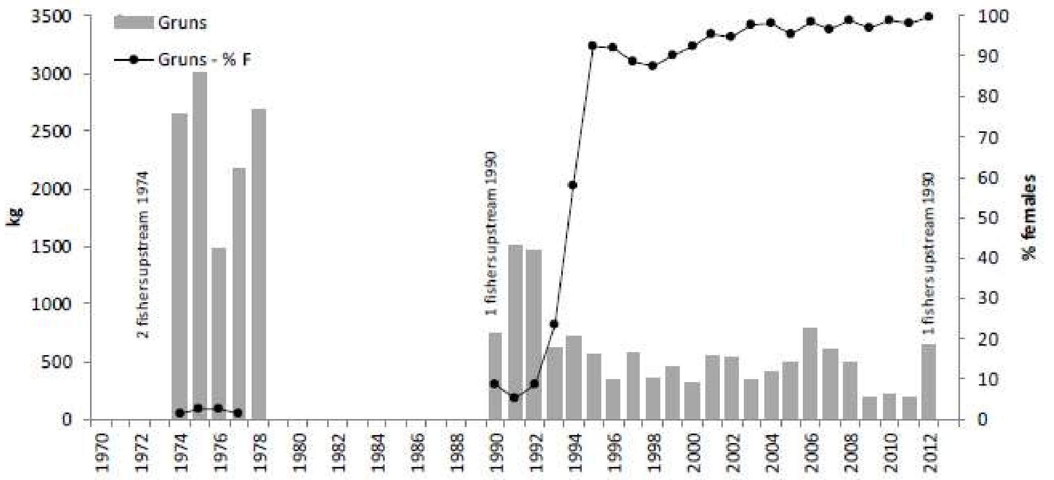
*Locatie*
Het moment van de aanvang van de schieraalmigratie varieert tussen verschillende locaties. Lowe (1952) vond dat hoe hoger bovenstrooms de locaties in het door haar bestudeerde riviersysteem lag, des de eerder de migratie plaats vond. Schieraalmigratie vindt niet alleen plaats gedurende het najaar maar het gehele jaar vindt migratie plaats van schieralen, waarbij de intensiteit wel lager is dan gedurende het najaar (Winter *et al.*, 2006; Klein Breteler *et al.*, 2007). In meer noordelijke landen begint de migratie eerder (Noorwegen, aanvang gemiddeld midden-eind augustus, piek gemiddeld midden september-midden oktober; Vollestad *et al.*, 1986) dan in meer zuidelijke landen (Frankrijk, aanvang gemiddeld begin oktober, piek gemiddeld midden oktober-midden november; Durif & Elie, 2008). Binnen elk locatie varieerde de werkelijk aanvang van de migratie echter wel per jaar. Deelder (1954) gaf aan dat de timing in migratie en de piek in migratie verschilde tussen het IJsselmeer en andere gebieden in Nederland. In sommige gebieden, bijvoorbeeld bovenstroomse gedeeltes van rivieren en polderwateren in Friesland, worden in augustus al schieralen aangetroffen (Klein Breteler *et al.*, 2007; van Keeken *et al.,* 2011a), terwijl in andere gebieden, bijvoorbeeld het Noordzeekanaal in IJmuiden, nog in december schieralen in grotere hoeveelheden aangetroffen worden (Van Keeken *et al.,* 2011b, Winter, 2011). Uit de IMARES schieraalmonitoring (Griffioen en Kuijs, 2012) blijkt ook tussen gebieden verschil te bestaan in de pieken in schieraalmigratie binnen hetzelfde jaar (Figuur 3). Sommige pieken zitten al in september, andere pas in begin december. In 2016, als deze monitoring vijf jaar loopt, zullen de resultaten van dit onderzoek worden geëvalueerd en kunnen trends in de gegevens onderzocht worden.




***Figuur 3.*** *Gemiddelde CPUE per week per locatie voor de schieralen in 2012 uit de IMARES schieraalindex monitoring (uit Griffioen & Kuijs, 2012). De CPUE is berekend door de CPUE van alle vangtuigen te middelen inclusief 'nulvangsten'. 1 sep=week 35 (stippellijn), 1 okt=week 40, 1 nov=week 44, 1 dec=week 48 (stippellijn).*

*Geslacht en grootte van de aal*

Binnen de migratieperiode bestaat verschil tussen mannetjes en vrouwtjes en ook kleinere en grotere schieralen. Hierbij migreren mannetjes en kleinere vrouwtjes eerder dan grotere vrouwtjes (Haraldstad *et al.*, 1985; Tesch, 2003; Durif & Elie, 2008). Poole *et al.* (1990) rapporteerde dat de verhouding mannetjes en vrouwtjes is veranderd in hun studie in Ierland. Gedurende de periode 1962-1988 liep het percentage mannetjes terug van 94.5% naar 37.5%. In een studie van Laffaille *et al.* (2006) in Frankrijk liep het aandeel mannetjes terug gedurende 1996-2004. Ook in Nederland loopt het percentage mannetjes terug (Van de Wolfshaar, 2015; De Graaf & Deerenberg, 2015). Geschat dat het aandeel mannetjes voor 1970 circa 0.7 was, terwijl het aandeel in recente jaren 0.5 was. In sommige locaties bestaat het grootste deel van de vangsten tegenwoordig uit vrouwtjes (Figuur 4).

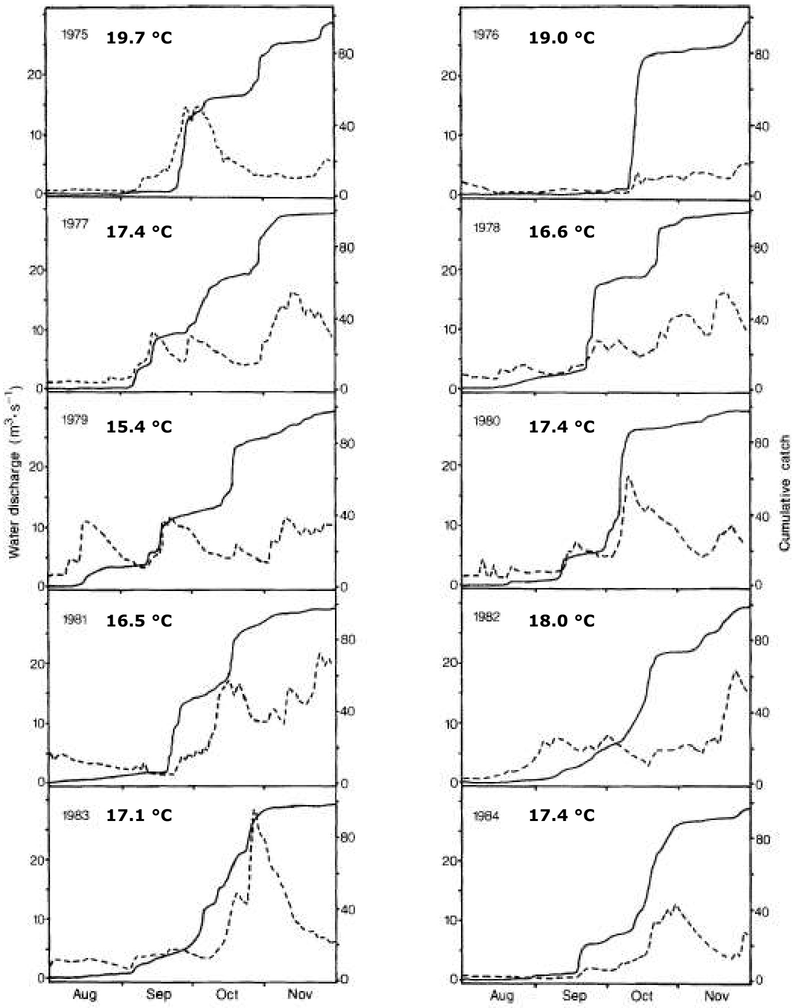



***Figuur 4.*** *Vangst van schieraal op een locatie in Friesland en het percentage vrouwelijke schieraal (lijn met cirkels). Uit de Graaf & Deerenberg (2015).*

### *4.1.2. Voorspellen migratie*

Enkele studies hebben geprobeerd verklarende relaties te leggen tussen de aanvang en omvang van de schieraalmigratie en omgevingsfactoren. Goede voorspellers voor schieraalmigratie zijn nog niet voorhanden. Durif & Elie (2008) stellen daarbij dat dit lastig is en dat de rol die omgevingsfactoren spelen gebieds-specifiek zijn en dat alen in stilstaand water anders reageren dat in stromend water.

Vøllestad *et al.* (1986) vond een relatie tussen de aanvang van de schieraalmigratie en temperatuur in juli-augustus en waterafvoer gedurende augustus en oktober. Echter bestond tussen deze factoren geen relatie met de duur van de migratie gedurende het migratieseizoen. Gemiddelde lage watertemperaturen in juli en augustus en hoge waterafvoer resulteerde in een vroege start van de jaarlijkse migratie, terwijl hoge temperaturen en lage waterafvoer het tegenovergestelde effect gaf. Ondanks dat temperatuur wel effect had op de aanvang van de migratieperiode, was er geen bepaalde temperatuur waaraan voldaan moest worden alvorens de migratie plaatsvind. Met de maandstand werd geen relatie ontdekt in aanvang van de migratie. Vøllestad *et al.* (1994) concludeerde in een volgende studie dat de daglengte en watertemperatuur waarschijnlijk motiverende factoren zijn om zich gereed te maken voor de migratie, maar dat hogere waterafvoer trigger kan zijn om ook daadwerkelijk te gaan migreren.




***Figuur 5.*** *Cumulatieve vangsten van schieraal in fuiken (ononderbroken lijn) en waterafvoer (stippellijn) en gemiddelde zomertemperatuur in de rivier Imas gedurende 1975-1984. Uit Vøllestad et al. (1986).*

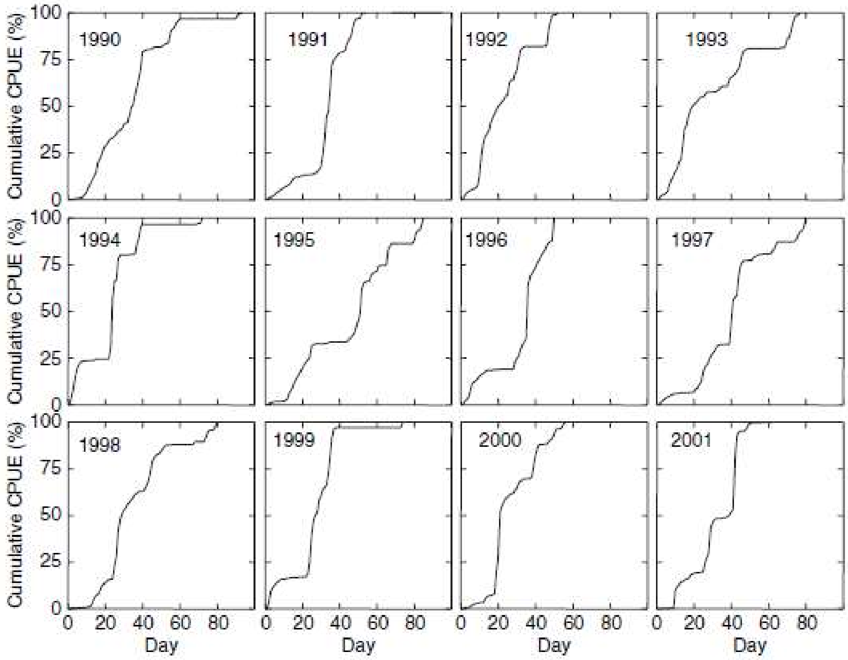
Visuele inspectie van de achterliggende gegevens (Figuur 5), laten wel zien dat gedurende de jaren met hoge zomertemperaturen (1975 en 1976) gedurende de zomer weinig waterafvoer was, terwijl in het jaar met de laagste zomertemperatuur meer waterafvoer was met een aanzienlijke piek in augustus. Er zijn geen jaren met hoge afvoeren in augustus en hoge zomertemperaturen of jaren met geen afvoer in augustus en lage temperaturen. Om deze reden is niet te bepalen welke van de twee genoemde factoren, hoge temperatuur in augustus of hoge waterafvoer, bepalend is geweest voor het vervroegen de schieraalperiode en dus of de hoge watertemperatuur in de zomer werkelijk doorslaggevend is.

Durif & Elie (2008) hebben een studie gedaan of de migratie van schieraal na afloop van het visseizoen te voorspellen waren aan de hand van omgevingsfactoren. Zij vonden een significante correlatie tussen de temperatuur in augustus en de timing van schieraalmigratie. Een warme augustus resulteerde in een latere datum dat 50% van de alen gevangen waren in een jaar (Tabel 3). De auteurs hebben geprobeerd de timing van migratie te koppelen aan de hand van een model dat rekening hield met aantal uren zon, afvoer, regenval, aantal dagen van het begin van het jaar en temperatuur. De berekening werd wel achteraf gemaakt na de visseizoenen en voorspellingen gedurende visseizoenen kunnen niet gedaan worden met dit model. De pieken in schieraalmigratie waren gemiddeld 42% te voorspellen voor pieken in migratie die 50% van de jaarlijkse vangsten van schieraal waren tot 65% te voorspellen voor pieken

die 95% van de jaarlijkse vangsten waren. Voor de gehele periode waren vangsten beter te voorspellen, met 95% goed te voorspellen voor 50% van de vangst tot 79% goed te voorspellen voor 95% van de vangst in een jaar. Het verloop van de vangsten over jaren werd wel gegeven (Figuur 6), echter de zomertemperatuur of waterafvoerpatronen niet.

***Tabel 3.*** *Voorspellingsefficientie (%) voor de piek in vangsten (peak) en de gehele periode (time) voor devoorspelling van 50%, 75% en 95% van de vangsten gedurende een jaar. Voor de piekvangst was een piek 50%, 75% of 95% van de vangst dat jaar, voor tijd de vangst over het gehele jaar. Uit Durif & Elie (2008).*

| | Prediction efficiencies | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Year | Peak 50% | Peak 75% | Peak 95% | Time 50% | Time 75% | Time 95% |
| 1990 | 74 | 59 | 56 | 98 | 90 | 90 |
| 1991 | 78 | 69 | 50 | 87 | 89 | 94 |
| 1992 | 33 | 58 | 51 | 89 | 93 | 84 |
| 1993 | 38 | 40 | 55 | 87 | 70 | 57 |
| 1994 | 17 | 47 | 47 | 100 | 87 | 67 |
| 1995 | 77 | 68 | 51 | 87 | 77 | 82 |
| 1996 | 83 | 55 | 60 | 88 | 93 | 90 |
| 1997 | 74 | 56 | 72 | 99 | 94 | 80 |
| 1998 | 50 | 60 | 59 | 97 | 90 | 88 |
| 1999 | 30 | 49 | 51 | 96 | 94 | 96 |
| 2000 | 17 | 49 | 55 | 94 | 96 | 79 |
| 2001 | 42 | 53 | 65 | 84 | 98 | 91 |
| Total prediction efficiency | 44 (58) | 49 (59) | 53 (58) | 95 (91) | 85 (90) | 79 (85) |



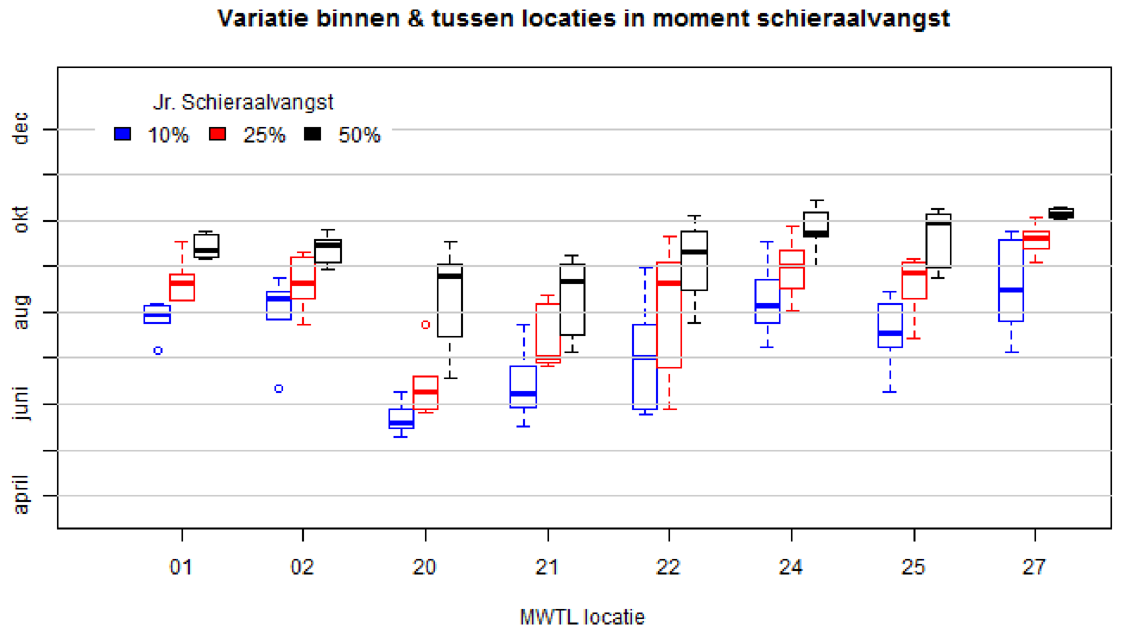

***Figuur 6.*** *Cumulatieve vangsten van schieraal in fuiken in de rivier Loire in Frankrijk gedurende 1990 en 2001. Uit Durif & Elie (2008). Dag 0 is 1 oktober.*

Op kleine schaal zijn systemen getest die schieraalmigratie lokaal moeten voorspellen nabij bijvoorbeeld waterkrachtcentrales. Bakken met zwemmende alen worden nabij riviergedeeltes gehouden en de

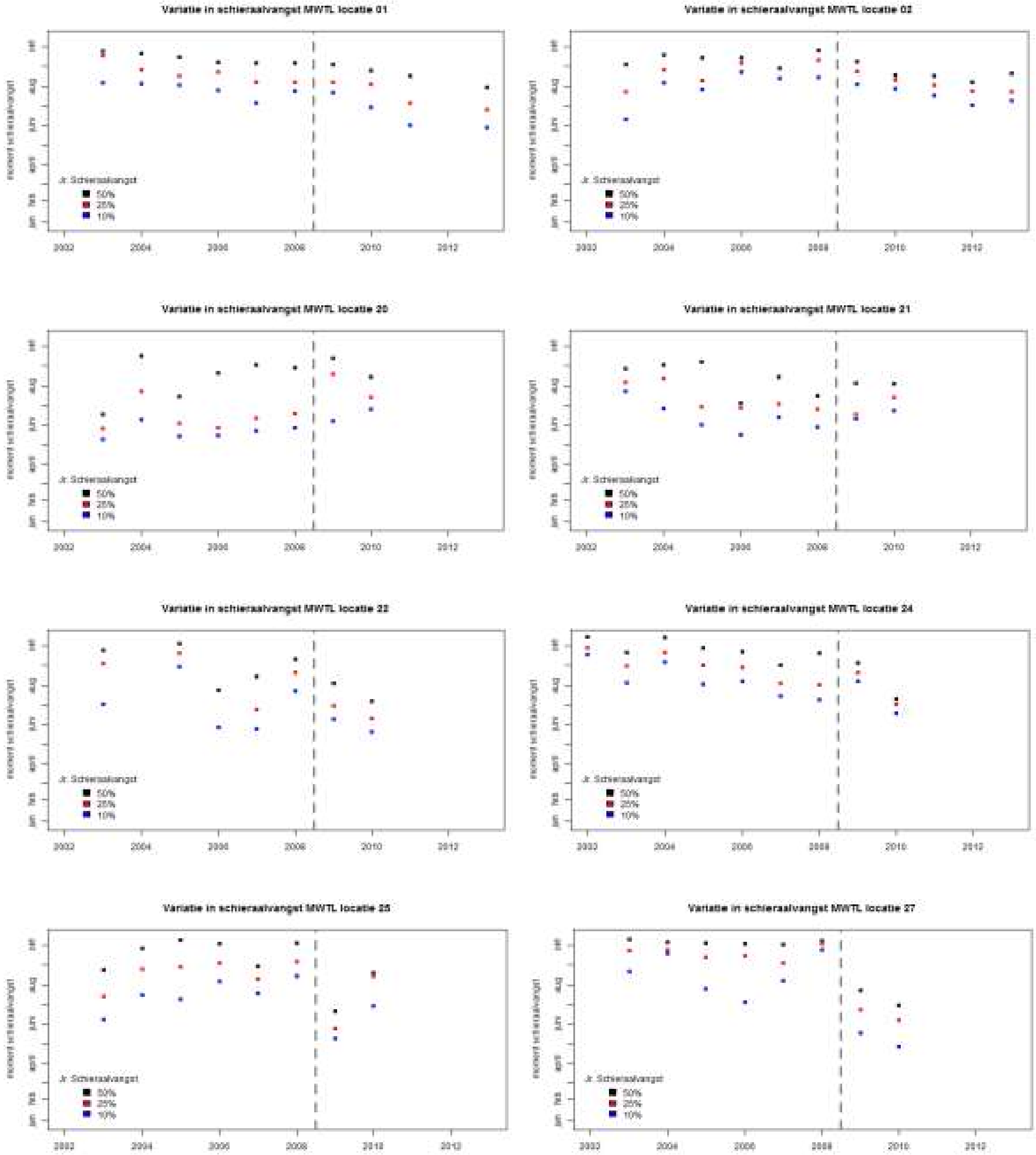
activiteit van de alen wordt gemeten. Bij verhoogde activiteit wordt een waarschuwingssignaal doorgeven als indicator voor schieraalmigratie (Bruijs & Durif, 2009). Wisselende resultaten zijn met het systeem behaald. De waarschuwingssignalen in een studie in Ierland (Baran *et al.,* 2012) zou een bescherming geven van 14% tot 21% (2008) en 18% tot 29% (2009) van het migrerende aalbestand in een rivier gedurende 2.2% tot 4.4% (2008) en 5% tot 8% (2009) van de totale schieraal migratieperiode. Het probleem met het systeem is dat de waarschuwingssignalen aanzienlijk laat waren gedurende de migratiepieken en dat de signalen pas gegeven waren toen de pieken al aan de gang waren (Baran *et al.*, 2012). Daarnaast zijn kosten verbonden aan dergelijke systemen. Plaatsing kostte rond 2004 ongeveer 70.000-75.000 Euro, jaarlijks onderhoud 30.000-35.000 euro (Buijs *et al.*, 2004).

## 4.2 Data analyse timing schieraalmigratie

Binnen de MWTL dataset zijn gegevens van enkele gebieden beschikbaar die een continue visserijactiviteit hadden. Tussen de gebieden bestaat verschil in timing van de schieraalmigratie en ook binnen een gebied bestaat variatie in de timing van de schieraalmigratie tussen verschillende jaren (Figuur 7). Dit beeld was ook al getoond in Figuur 2, Hoofdstuk 4.1, waarin gebieden uit de schieraalindex getoond worden. In sommige gebieden uit de MWTL dataset is niet het gehele visseizoen gevist, waardoor 10%, 25% en 50% van de vangsten van schieraal al eerder in het seizoen waren in vergelijking met andere gebieden (Figuur 8, Bijlage C.1). In gebieden waar de visserij doorloopt tot later in het seizoen (gebieden 1, 2, 24, 25, 27) is het 25% punt veelal in de periode midden augustus-midden september, terwijl de 50% punt loopt vanaf begin september tot midden oktober (Figuur 7).




***Figuur 7****. Variatie gedurende een monitoringsperiode in de MWTL monitoring in het moment dat 10%, 25% en 50% van de schieraal gevangen is per gebied. Zie Figuur 4 voor de individuele waardes van 10%, 25% en 50% van de jaarlijkse vangst, uitgesplitst per jaar.*

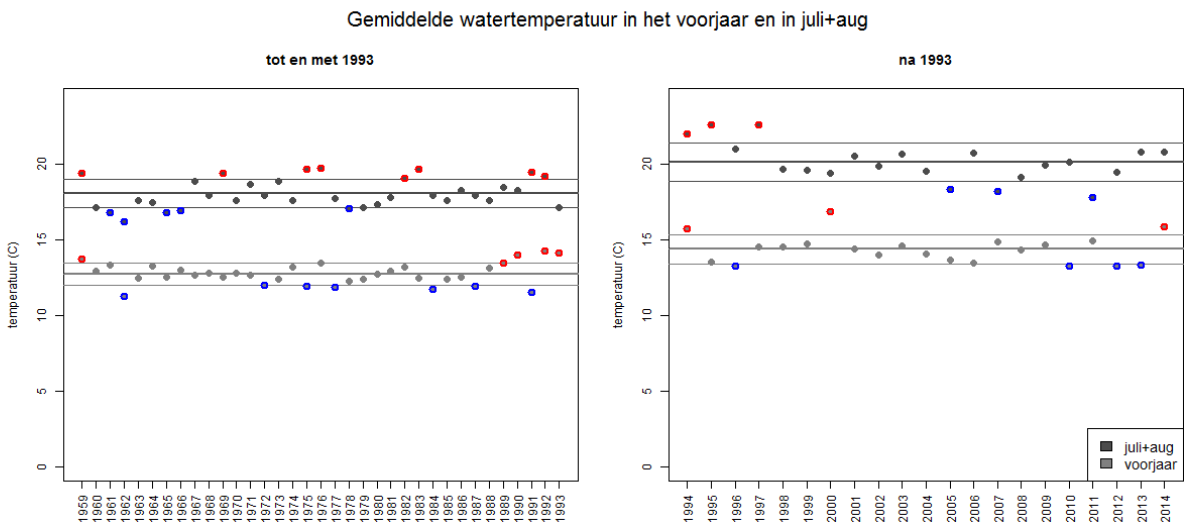



***Figuur 8**. Het moment dat 10%, 25% en 50% van de jaarlijkse schieraal gevangen is per gebied en jaar uit de MWTL monitoring. Zie bijlage B.1 voor de bepaling van het moment dat 10%, 25% en 50% van de jaarlijkse schieraalvangst gedaan is. Met ingang van 2009 is er en gesloten periode gedurende het najaar van kracht waardoor de timing van de schieraalvangsten niet meer vergelijkbaar is met de periode voor 2009.*

## 4.3 Relatie schieraalmigratie en watertemperatuur

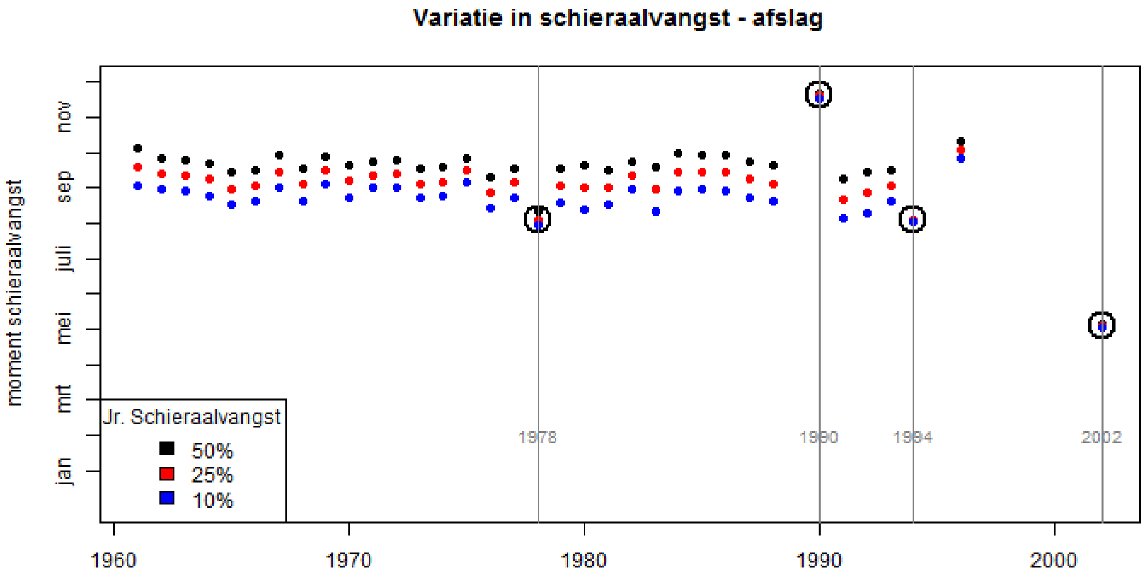
Voor de analyse zijn gegevens van watertemperatuur gebruikt tussen 1959-2014 uit het IJsselmeer. Doordat de watertemperatuur in de periode 1959-1993 en 1994-2014 op verschillende locaties gemeten is, treedt er een trendbreuk op (Figuur 9). In Bijlage B.2 en B.3 is de watertemperatuur jaarrond voor alle jaren weergegeven, evenals de trend over de tijd gecorrigeerd voor seizoensinvloeden voor de periode 1959- 1993.

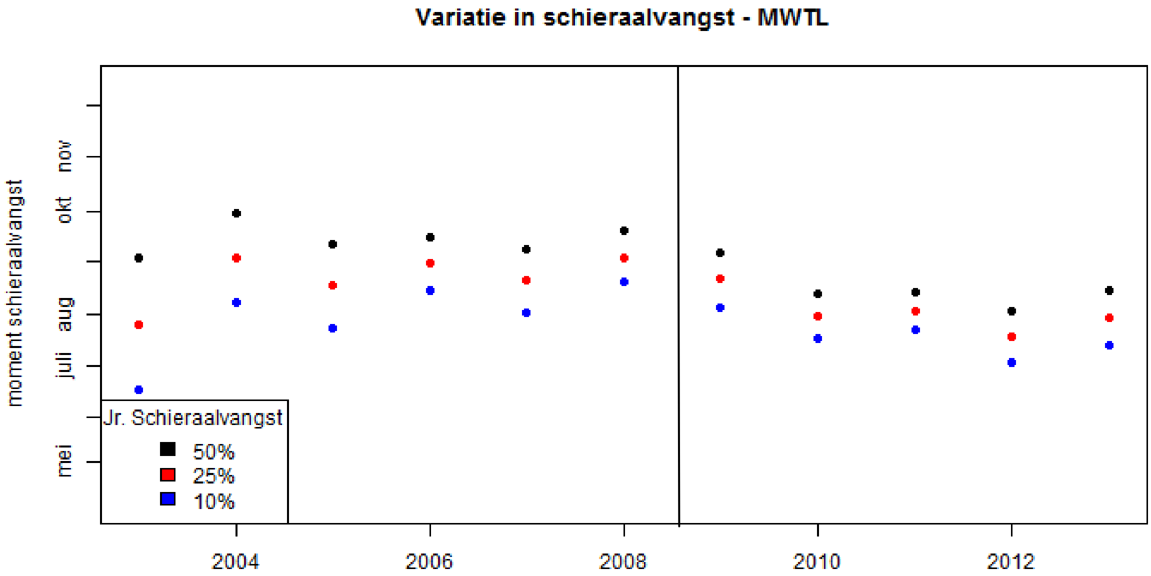
In de laatste paar jaar is geen duidelijke daling of stijging te zien van de watertemperatuur gemeten in het IJsselmeer (Figuur 8, rechter paneel). Koude voorjaarstemperaturen houden niet noodzakelijkerwijs in dat de gemiddelde zomertemperatuur ook laag is en andersom. Gecorrigeerd voor seizoensinvloeden nam de gemiddelde watertemperatuur in de periode 1959 tot en met 1993, de dataset toegepast in de analyse voor marktgegevens, zeer licht toe (Bijlage B.3).



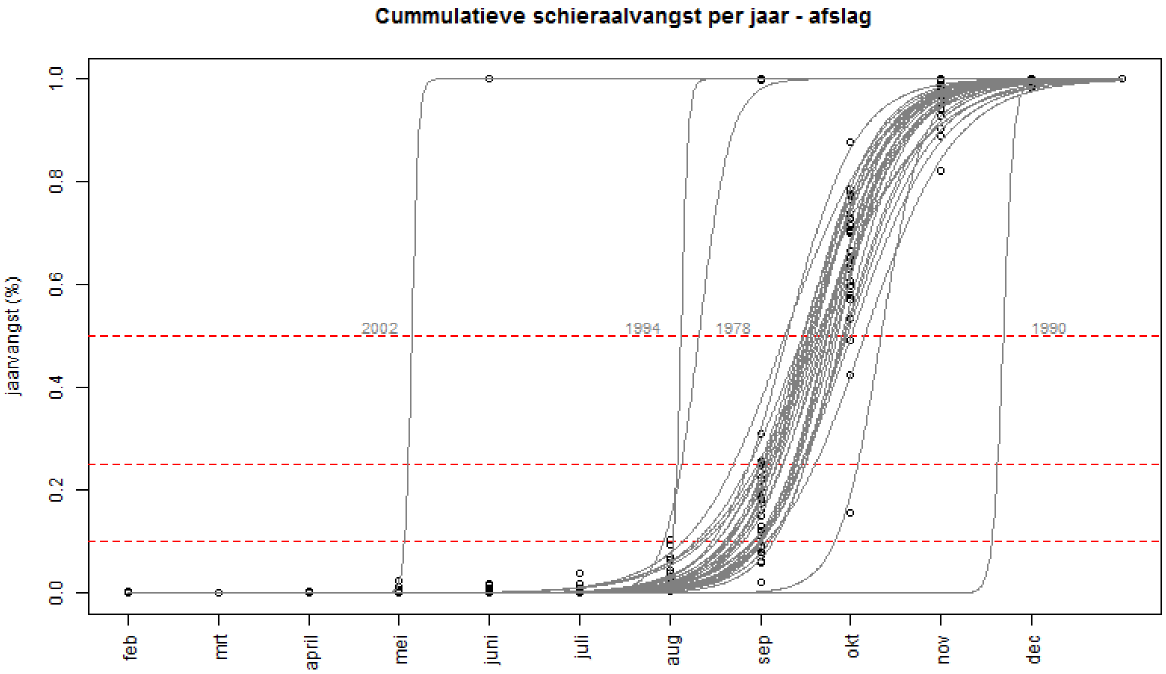

***Figuur 9.*** *Trend in gemiddelde watertemperatuur voorjaar (maart-mei, lichtgrijze stippen) en in de zomer (juli& augustus, donker grijze stippen) tot en met 1993 (links) en na 1993 (rechts). Horizontale lijnen geven het gemiddelde ± 1 keer de standaarddeviatie (sd) weer. Jaren met een gemiddeld lage temperatuur (< gemiddelde temperatuur – 1x sd) worden weergegeven met blauw omlijnde stippen en jaren met een gemiddeld hoge temperatuur (> gemiddelde temperatuur + 1x sd) worden weergegeven met rood omlijnde stippen.*

In de marktgegevens stonden enkele onrealistische waarden (Figuur 10 & 11), welke als uitschieters (outlyers) uit de daadwerkelijke analyse zijn verwijderd. De jaarlijkse cumulatieve schieraalvangsten met bijbehorende sigmoïdfuncties worden weergegeven in Figuur 11 voor de marktgegevens en Figuur 12 voor de MWTL gegevens. Aan de hand van deze sigmoïdfuncties zijn de momenten bepaald dat 10%, 25% en 50% van de vangst in een jaar behaald zijn.

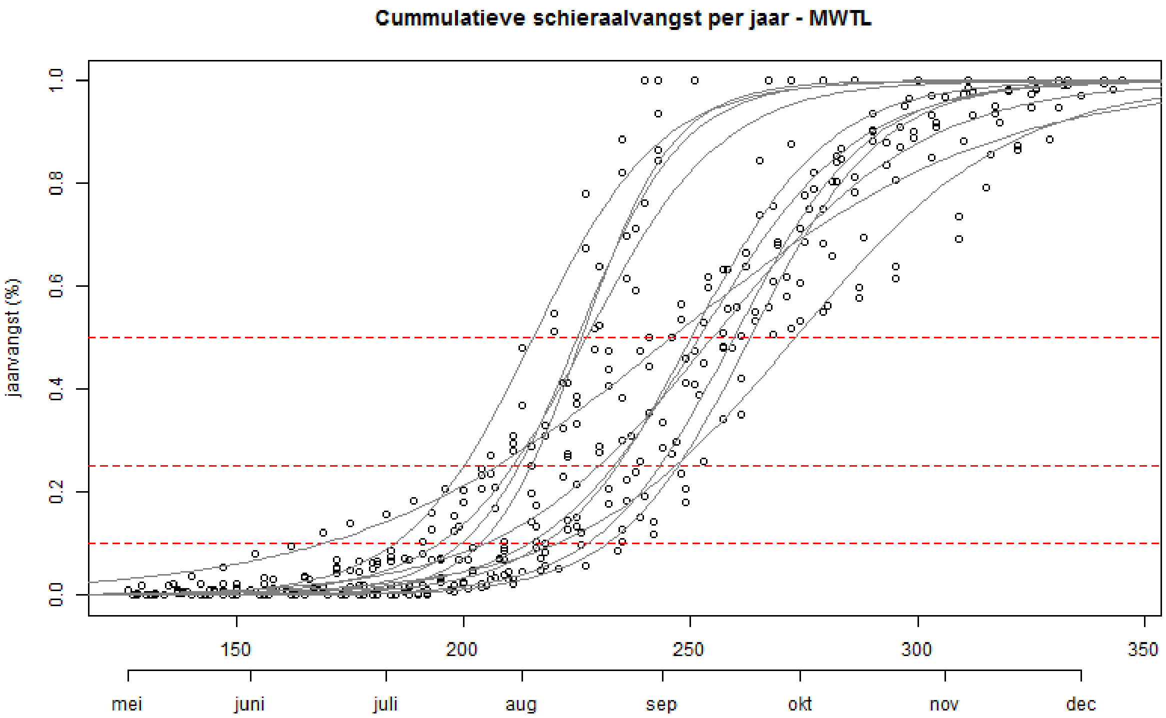



***Figuur 10****. Variatie in moment dat 10%, 25% en 50% van de jaarlijkse schieraal gevangen is in de afslagdataset (boven) en de MWTL dataset voor één gebied in het IJsselmeer (onder). Omlijnde jaren bij de afslag dataset zijn als uitschieters beschouwd, vanaf 2009 zijn maanden gesloten voor visserij met aalvistuigen in het najaar in de MWTL dataset en daarmee uit de analyse gelaten waardoor de timing voor de periode 2003-2008 niet kan worden vergeleken met periode 2009-2013.*

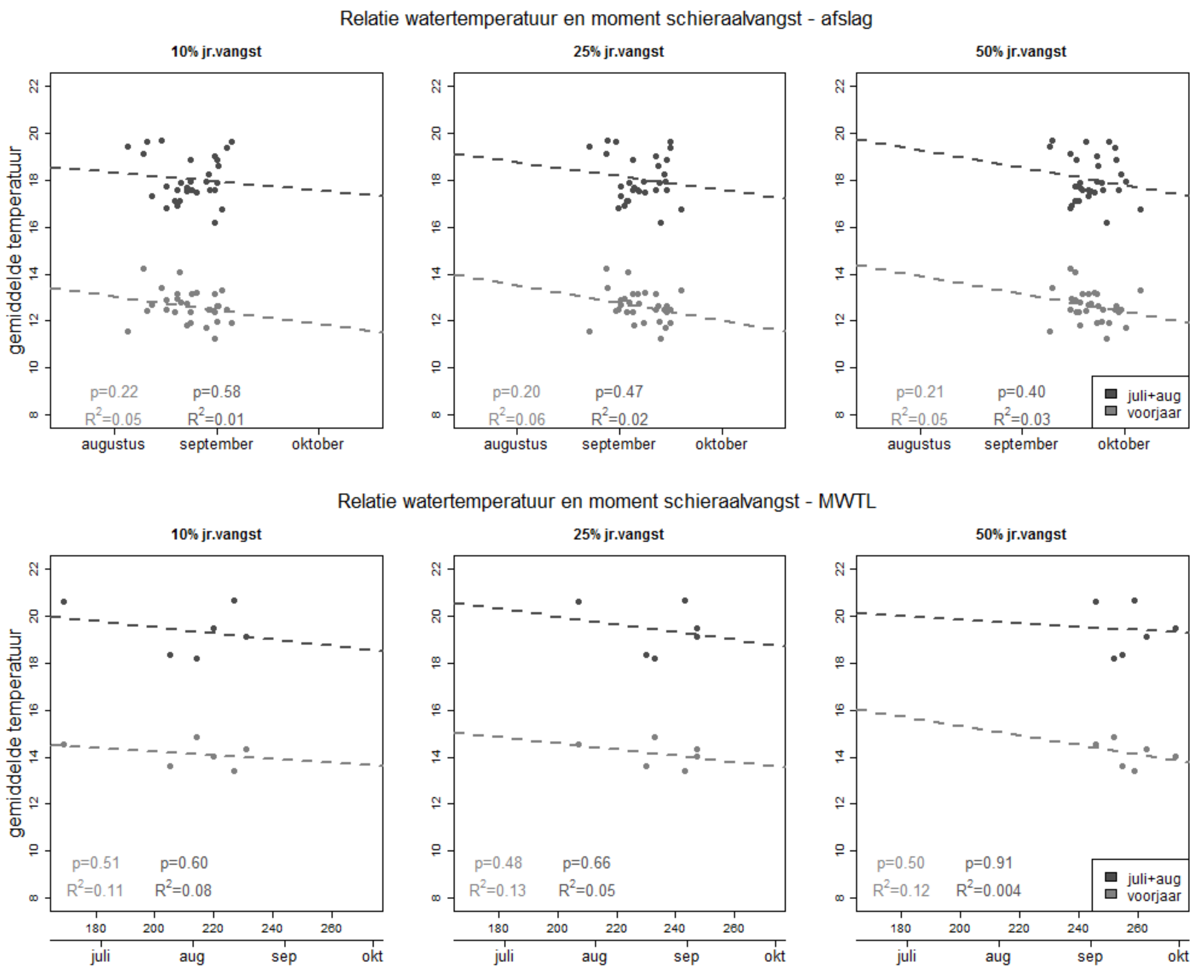



***Figuur 11.*** *Jaarlijkse cumulatieve schieraalvangst geregistreerd bij de afslag voor de jaren 1961 tot en met1993. De horizontale rode stippellijnen geven van onder naar boven de 10%, 25% en 50% jaarvangsten weer. De grijze lijnen geven het resultaat van de logistische regressie weer. De jaren 2002, 1994, 1978 en 1990 zijn als uitschieters beschouwd.*




***Figuur 12.*** *Jaarlijkse cumulatieve schieraalvangst van MWTL gegevens voor de jaren 2003 tot en met 2013. De horizontale rode stippellijnen geven van onder naar boven de 10%, 25% en 50% jaarvangsten weer. De grijze lijnen geven het resultaat van de logistische regressie weer.*

Tussen het moment van migreren van schieraal bestaat tussen de jaren variatie, echter is zowel voor de watertemperatuur in het voorjaar als voor de zomer geen significant effect aangetoond voor beide gegevensets (Figuur 13). Tussen het moment dat 10%, 25% en 50% van de schieraalvangsten gedaan zijn en de watertemperatuur in het voorjaar en de zomer zijn de correlaties zwak (in alle gevallen <0.1) en zijn geen significante relatie aantoonbaar. Ook wanneer de jaren die als uitschieters beschouwd zijn (1978 en 1990) meegenomen worden in de analyses, is voor geen van de situaties (10%, 25% en 50% jaarlijkse schieraalvangst) een significant verband aangetoond (p in alle gevallen >0.12).




***Figuur 13**. Verband tussen het moment van de schieraalvangst en gemiddelde watertemperatuur in het voorjaar (maart-mei, lichtgrijs) en de zomer (juli-augustus, donkergrijs) voor datzelfde jaar in het IJsselmeer. Bovenste drie panelen zijn de schieraalvangsten geregistreerd bij de afslag, onderste drie panelen de schieraalvangst geregistreerd binnen een locatie uit het MWTL programma voor het moment dat 10% van de jaarlijkse schieraal gevangen is (links), 25% (midden) en 50% (rechts). In de dataset van de afslag zijn de jaren na 1993 (1994, 1996 en 2002) niet meegenomen in de analyse, omdat daarvoor geen vergelijkbare watertemperatuurgegevens voorhanden waren van het IJsselmeer. Daarnaast zijn de jaren 1978 en 1990 als uitschieters beschouwd en buiten beschouwing gelaten omdat ze extreem vroeg, dan wel laat waren in schieraalvangst (Bijlage C.1).*

## 5. Conclusies

Verschillende omgevingsfactoren zijn op verschillende momenten voor of tijdens de migratie van schieraal van belang. Allereerst moet aal fysiologisch klaar zijn om te migreren, wat onder andere afhankelijk is van lengte, leeftijd en vetvoorraad. Vervolgens zijn factoren van invloed op de aanvang van de migratieperiode en het werkelijke moment dat de schieraal gaat migreren. De aanvang van het migratieseizoen is volgens de beschikbare literatuur onder andere afhankelijk van het lichtniveau en fotoperiode (verhouding tussen licht en donker, daglengte) voorafgaand aan migratieperiode. De watertemperatuur in de periode voorafgaand aan de migratie wordt ook genoemd, echter in combinatie met andere factoren. De factoren zijn van invloed op het transitieproces van rode aal naar schieraal en de timing hiervan. De temperatuur in het voorjaar is in geen enkel onderzoek genoemd als omgevingsfactor dat effect heeft op de aanvang van de schieraalperiode, maar hier lijkt ook vrijwel geen onderzoek naar te zijn gedaan. Enkele onderzoeken (Vøllestad *et al.,* 1986; Durif & Elie, 2008) benoemen wel dat de temperatuur in de zomer/augustus wellicht van invloed kan zijn op de timing van migratie, waarbij een warme zomer een latere aanvang van de schieraalmigratie kan geven. Echter is het uit deze onderzoeken niet mogelijk om het temperatuureffect te scheiden van andere effecten die effect kunnen hebben, zoals waterbewegingen. Wel is bekend uit de literatuur dat in landen die meer noordelijk liggen, de migratie van schieraal gemiddeld eerder op gang komt dan gebieden die meer zuidelijk liggen. Echter varieerde per land de werkelijke migratie van schieraal per jaar wel aanzienlijk.

De momenten dat alen daadwerkelijk migreren zijn afhankelijk van verschillende factoren en het verloop van de migratie is bij aanvang van het migratieseizoen niet te voorspellen. Goede voorspellers voor de migratie zijn nog niet voorhanden. Migratie is in de literatuur vaak gecorreleerd aan verhoogde waterbeweging door waterafvoer na regenval, het openen van dammen, waterbeweging tijdens of na stormen of regen, maar ook aan lage lichtcondities door verhoogde turbiditeit in het water of de maanfase. Doordat aal leeft in verschillende omgevingen, van kleine polders tot grote meren en rivieren, zullen niet alle omgevingsfactoren met dezelfde intensiteit doorwerken en zullen verschillende factoren op verschillende manieren als trigger werken voor de timing van de werkelijke migratie.

Aal kan ook tijdelijk de migratie onderbreken of zelfs afbreken. Dit gebeurt als er obstakels zijn in het water die de migratie belemmeren (Acou, 2000, 2008; Durif *et al.*, 2002; Winter *et al.,* 2006; Simon *et al.*, 2012) of als omgevingsfactoren van dien aard zijn dat de aal de migratie (tijdelijk) beëindigt, doordat bijvoorbeeld het lichtniveau te hoog is (Vøllestad *et al*., 1994; Durif *et al.*, 2002). Sommige alen kunnen de migratie uitstellen en pas het voorjaar of zelfs een najaar later migreren (Winter *et al.,* 2006; Simon *et al.*, 2012).

Op rivieren is verhoogde waterafvoer een belangrijk trigger om te migreren. De start van de piekmigratie vindt plaats tijdens een (vaak snelle) stijging in waterafvoer. De piek in migratie van aal houdt niet aan bij aanhoudende hoge waterafvoer, maar vaak resulteert een volgende stijging in waterafvoer weer in een volgende piek in migratie. Vøllestad *et al.* (1994) gaf aan dat migreren met hogere waterafvoer voordelig is op verschillende manieren:

- Meezwemmen met hoge afvoer kost minder energie
- Hoge waterafvoer verlaagt de kans op predatie
- Transport (actief of passief) met hoge waterafvoeren is een snelle manier van migratie.

Zoals al eerder besproken zijn er uit de literatuur geen studies bekend die de timing van migratie relateren aan watertemperatuur in het voorjaar. Een studie van Vøllestad *et al.* (1986) heeft wel een gecombineerd effect van zomertemperatuur en toename in waterstroming weergegeven, maar deze factoren konden niet van elkaar worden gescheiden. De werkelijke migratiepieken worden niet bepaald

door watertemperatuur dalingen maar door andere factoren als waterstroming, wind, luchtdruk, licht en andere omgevingsfactoren, welke niet van tevoren zijn te voorspellen.

In het Nederlands Aalbeheerplan is een visverbod op aal ingesteld in de maanden september, oktober en november. Dit omdat gedurende deze periode de meeste schieraal uittrekt in Nederland. Eventuele verschuivingen naar achteren (uitstel) in de periode gesloten voor schieraalvisserij heeft aan het begin van het seizoen het meeste effect op mannetjes en kleinere vrouwtjes, omdat deze vroeger in het seizoen migreren dan grotere vrouwtjes. Daarbij moet in ogenschouw genomen worden dat over de afgelopen decennia het aandeel mannetjes is afgenomen. Dit betekent dat er sowieso meer effect is als de gesloten periode zou worden uitgesteld op mannelijke schieraal dan op vrouwelijke schieraal.

Tussen gebieden bestaat verschil in de periode dat migratie plaatsvindt binnen een jaar. Zo kan de piek in schieraalmigratie in sommige gebieden al in augustus of begin september zijn, in andere gebieden kan dit pas in december zijn in hetzelfde jaar. Uit de schieraalindex gegevens van 2012 (Griffioen & Kuijs, 2012) bleek dat de pieken in schieraalmigratie zaten tussen september en november. Doordat aal leeft in verschillende omgevingen, van kleine polders tot grote meren en rivieren, zullen niet alle omgevingsfactoren met dezelfde intensiteit doorwerken en zullen verschillende factoren op verschillende manieren aal aansporen (trigger) voor het begin van de daadwerkelijke migratie. Hierdoor kan migratie in verschillende gebieden op verschillen momenten in een jaar plaatsvinden.

Tussen het moment van migreren van schieraal bestaat tussen de jaren en tussen gebieden binnen een jaar variatie, echter is zowel voor de watertemperatuur in het voorjaar als voor de zomer geen significant effect aangetoond voor beide gegevensets met het moment dat 10%, 25% en 50% van de schieraalvangsten per jaar gemaakt zijn. Het gebruik van de twee langlopende datasets die zowel gebaseerd zijn op afslaggegevens als een dataset met fuikmonitoringen, waarbij gecorrigeerd kan worden voor fuikinspanning, versterkt de conclusie dat geen verband waarneembaar is met watertemperatuur gedurende het voorafgaande voorjaar (maart-mei) of zomer (juli-augustus) en het verloop van de schieraalmigratie. Met deze lange datasets kan proceskennis goed bestudeerd worden.

De analyses van de beide datasets en geraadpleegde literatuur laten zien dat de timing van de migratie van schieraal veel sterker gerelateerd is aan omgevingsparameters die schieraal aanzetten tot de start van hun migratie, dan door factoren die de timing bepalen wanneer rode aal zich transformeert tot schieraal. Hierdoor lijkt de timing niet op langere termijn voorafgaand aan het migratieseizoen te bepalen. Maar om hier zeker van te zijn is een meer uitgebreide gegevensanalyse nodig. Er zijn nog vrijwel geen studies uitgevoerd die de voorspelbaarheid op langere termijn hebben onderzocht.

# 6. Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Vis over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2017 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

## Referenties


Acou, A., E. Feunteun, P. Laffaille & A. Legault. 2000. Catadromous migration dynamics of European eel (*Anguilla anguilla*, L.) in a dammed catchment. Verh. Internat. Verein. Limnol. 27: 1-4.

Acou, A., P. Laffaille, A. Legault & E. Feunteun. 2008. Migration pattern of silver eel (*Anguilla anguilla*, L.) in an obstructed river system. Ecology of Freshwater Fish 17: 432–442.

Baran, P., L. Basilico, M. Larinier, C. Rigaud & F. Travade. 2012. Management plan to save the eel. Optimising the design and management of installations. (Meeting Recap ). ONEMA.

Bergmann-Godel, J. & R. Eckman. 2003. A preliminary telemetry study of the migration of silver eel *(Anguilla anguilla* L.) in the River Mosel, Germany. Ecology of Freshwater Fish 12: 196-202.

Breukelaar A.W., D. Ingendahl, F.T. Vriese, G. de Laak, S. Staas & J.G.P. Klein Breteler. 2009. Route choices, migration speeds and daily migration activity of European silver eels *Anguilla anguilla* in the River Rhine, north-west Europe. Journal of Fish Biology 74: 2139–2157.

Bruijs, M.C.M. 2004. Effectiviteit visgeleidingssystemen bij de bestaande waterkrachtcentrales Linne en Alphen. KEMA Nederland.

Bruijs, M.C.M. & C.M.F. Durif. 2009. Silver eel migration and behaviour. In: G. van den Thillart, S. Dufour & C.J. Rankin eds. Spawning and migration of the European eel. Reporduction index, a useful tool for conservation management. Fish and Fisheries Series 30. 477 p.

Deelder, C.L. 1954. Factors affecting the migration of silver eel in Dutch inland waters. Journal du Conseil 20: 177-185.

De Graaf, M. & C. Deerenberg. 2015. Report on the eel stock and fishery in the Netherlands 2013. IMARES rapport C003/15.

Durif, C., P. Elie, C. Gosset J. Rives & F. Travade. 2002. Behavioral study of downstream migrating eels by radio-telemetry at a small hydroelectric power plant. American Fisheries Society Symposium.

Durif, C.M.F. & P. Elie. 2008. Predicting downstream migration of silver eels in a large river catchment based on commercial fishery data. Fisheries Management and Ecology 15: 127–137.

Durif, C.M.F., F. Travade, J. Rives, P. Elie & C. Gosset. 2008. Relationship between locomotor activity, environmental factors, and timing of the spawning migration in the European eel, *Anguilla anguilla.* Aquat. Living Resour 21: 163–170.

Ellerby, D.J., I.L. Spierts & J.D. Altringham. 2001. Slow muscle power output of yellow-and silver-phase European eels (*Anguilla anguilla L.*): changes in muscle performance prior to migration. Journal of Experimental Biology 204: 1369–1379.

Griffioen, A.B. & E.K.M. Kuijs. 2012. Een eerste monitoring voor een index voor schieraal in Nederland 2012. IMARES rapport C139/13.

Haraldstad, Ø, L.A. Vøllestad & B. Jonsson. 1985. Descent of European silver eels, *Anguilla anguilla* L., in a Norwegian watercourse. J. Fish Biol. 26: 37-41.

Hoefnagel, E. & W. Dekker. 2005. Gevolgen van vangstbeperkingen in de Schieraalvisserij; Bedrijfseconomische consequenties van verschillende beperkingen van de schieraalvisserij en meningen van vissers. Den Haag, LEI, Rapport 6.05.08 70 p.

ICES. 2004. Report of the ICES/EIFAC Working Group on Eels (WGEEL). ICES CM 2005/I:01, Ref. G, ACFM.

Jansen, H. M., H.V. Winter, M.C.M. Bruijs, & H.J.G. Polman. 2007. Just go with the flow? Route selection and mortality during downstream migration of silver eels in relation to river discharge. ICES Journal of Marine Science 64: 1437–1443.

Klein Breteler, J.G.P., T. Vriese, J. Borcherding, A. Breukelaar, L. Jorgensen, S. Staas, G. de Laak & D. Ingendahl. 2007. Assessment of population size and migration routes of silver eel in the River Rhine based on a 2 year combined mark-recapture and telemetry study. ICES Journal of Marine Science 64: 1450–1456.

Klein Breteler, J.G.P. 2008. Herstel van de Aalstand II. Bouwen aan een beheerplan. Het streefbeeld, de huidige uittrek, een nadere verkenning van de mogelijke maatregelen en een protocol voor het uitzetten van aal. VIVION BV, Utrecht. Projectnummer VIVION 08.002a.

Laffaille, P., A. Acou, J. Guillouet, B. Mounaix & A. Legault. 2006. Patterns of silver eel (*Anguilla anguilla* L.) sex ratio in a catchment. Ecology of Freshwater Fish 15: 583–588.

Larsson, P., S. Hamrin & L. Okla. 1990. Fat Content as a Factor Inducing Migratory Behavior in the Eel (*Anguilla anguilla* L.) to the Sargasso Sea. Naturwissenschaften 77: 488- 490.

Lowe, R..H. 1952. The Influence of Light and Other Factors on the Seaward Migration of the Silver Eel (*Anguilla anguilla* L.). Journal of Animal Ecology 21: 275-309.

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit. 2009. The Netherlands Eel Management Plan.

Okamura A., Y. Yamada, S. Tanaka, N. Horie, T. Utoh, N. Mikawa, A. Akazawa, & H.P. Oka. 2002. Atmospheric depression as the final trigger for the seaward migration of the Japanese eel *Anguilla japonica*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 234: 281-288.

Russell Poole, W., J.D. Reynolds & C. Moriarty. 1990/ Observations on the Silver Eel Migrations of the Burrishoole River System, Ireland, 1959 to 1988. Int. Revue ges. Hydrobiol 75: 807-815.

Simon, J., K. Berends, H. Dorner, N. Jepsen & E.Fladung. 2012. European silver eel migration and fisheries induced mortality in the Havel river system (Germany). River Res. Applic. 28: 1510-1518.

Tesch, F.W. 2003. The eel. 5th edn. Oxford: Blackwell Science, pp. 416.

Van de Wolfshaar, K.E., N. Tien, A. B. Griffioen, H.V. Winter & M. de Graaf. 2015. Evaluation of the Dutch Eel Management Plan 2015: status of the eel population in the periods 2005-2007, 2008, 2010 and 2011 2013. IMARES Report number C078/15.

Van Keeken, O.A., S. Bierman, H. Wiegerinck, K. Goudswaard & E. Kuijs. 2011a. Proefproject marktbemonstering aal. Voortgang 2010. IMARES rapport C053.11.

Van Keeken, O.A., D. Burggraaf & H.V. Winter. 2011b. Gedrag van schieraal rond een viswering met stroboscooplampen bij gemaal IJmuiden. DIDSON metingen. IMARES rapport C072.11.

Verbiest, H., A. Breukelaar, M. Ovidio, J.C. Philippart & C. Belpaire. 2012. Escapement success and patterns of downstream migration of female silver eel *Anguilla anguilla* in the River Meuse. Ecology of Freshwater Fish 21: 395–403.

Vøllestad, L.A., B. Jonsson, N.A. Hvidsten, T.F. Naesje, Ø. Haraldstad & J. Ruud-Hansen. 1986. Environmental factors regulating the seaward migration of European silver eels (*Anguilla anguilla*). Can. j. Fish. Aquat. Sci. 43: 1909-1916.

Vøllestad, L.A., B. Jonsson, N.A. Hvidsten & T.F. Naesje. 1994. Experimental test of environmental factors influencing the seaward migration of European silver eels. Journal of Fish Biology 45: 641-651.

Winter, H.V., H.M. Jansen & M.C.M. Bruijs. 2006. Assessing the impact of hydropower and fisheries on downstream migrating silver eel, *Anguilla anguilla*, by telemetry in the River Meuse. Ecology of Freshwater Fish 15: 221–228.

Winter, H.V. 2011. Effecten van Gemaal IJmuiden op de uittrek van schieraal: integratie van de onderzoeken tijdens de periode 2007-2011. IMARES rapport C153/11.

## Verantwoording

Rapport C119/15
Projectnummer: 4316810024

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: Dr. M. de Graaf
Onderzoeker

Handtekening:

Datum: 13 augustus 2015

Akkoord: Drs. J.H.M. Schobben
Afdelingshoofd Vis

Handtekening:

Datum: 13 augustus 2015

## Bijlage A. Motie Visser

# Tweede Kamer der Staten-Generaal 2

Vergaderjaar 2014–2015

**29 664** **Binnenvisserij**

**Nr. 129** **MOTIE VAN HET LID VISSERS C.S.**
Voorgesteld 1 juli 2015

De Kamer,

gehoord de beraadslaging,

overwegende dat er vanuit de visserijsector behoefte bestaat aan meer flexibiliteit in het aalbeheerplan om te kunnen inspelen op veranderende omstandigheden zoals de veranderende watertemperatuur;

constaterende dat het huidige aalbeheerplan van Nederland weinig ruimte biedt om te kunnen inspelen op veranderende omstandigheden;

overwegende dat er geen sprake is van een gelijk speelveld binnen de EU en dat elke wijziging in het huidige plan eerst via een langdurig proces langs de Europese Commissie moet;

verzoekt de regering, in kaart te brengen hoe het visseizoen binnen Nederland voor aal aan veranderende omstandigheden onderhevig is en de Kamer te informeren hoe binnen het aalbeheerplan er eventueel nog dit jaar rekening gehouden kan gaan worden met deze veranderende omstandigheden,

en gaat over tot de orde van de dag.

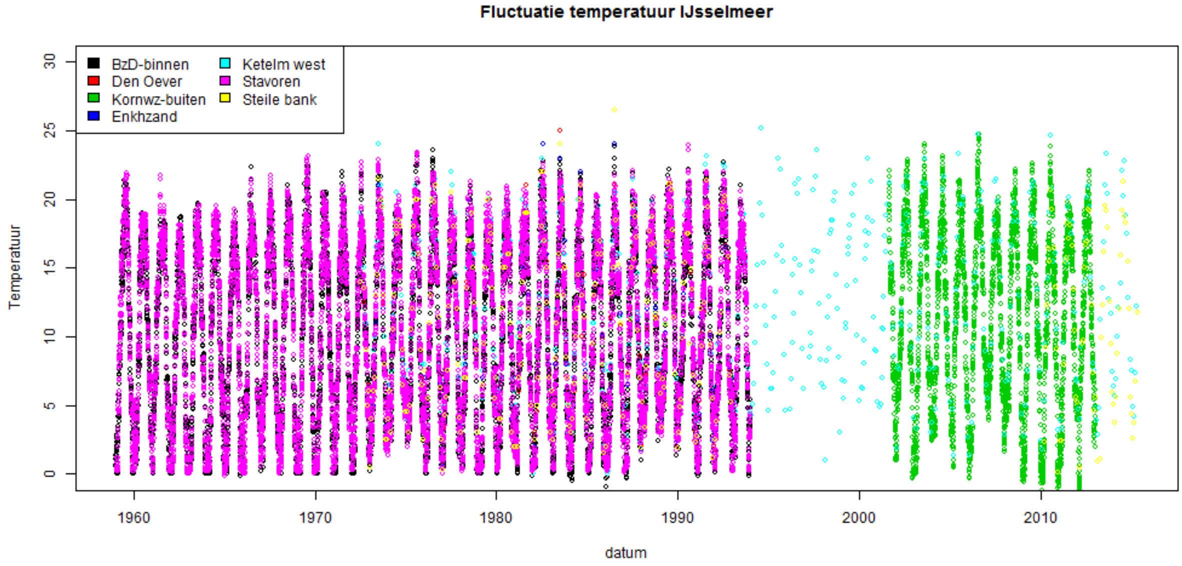
Visser
Geurts
Dijkgraaf
Jacobi

kst-29664-129
ISSN 0921 - 7371
's-Gravenhage 2015

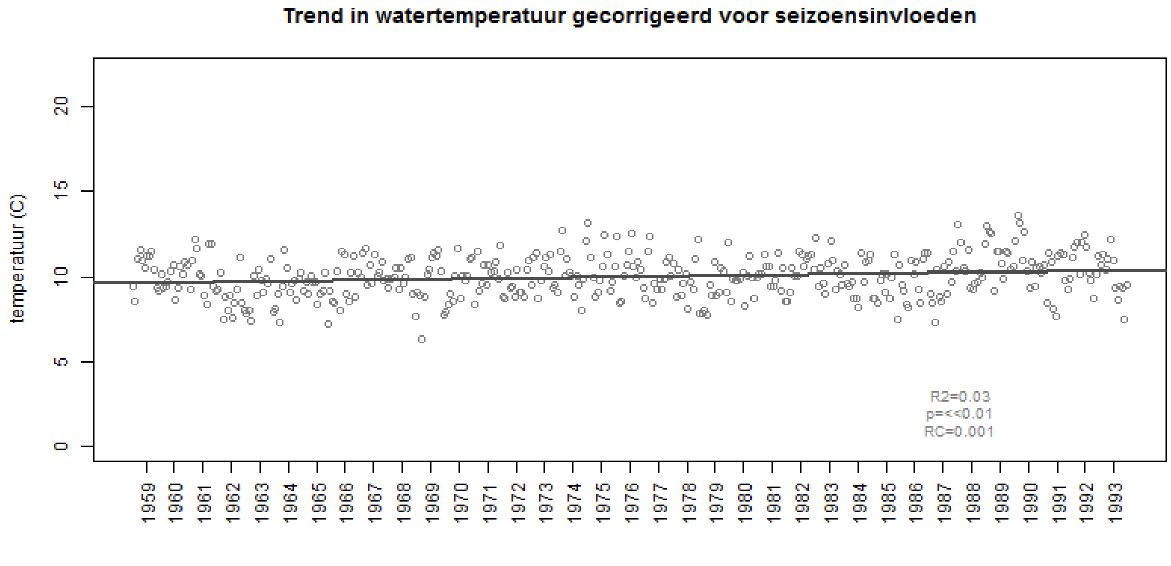
## Bijlage B. Watertemperatuur in het IJsselmeer gebied




***Figuur B.1****. Locaties met watertemperatuur registraties in het IJsselmeergebied beschikbaar in Waterbase(RWS).*

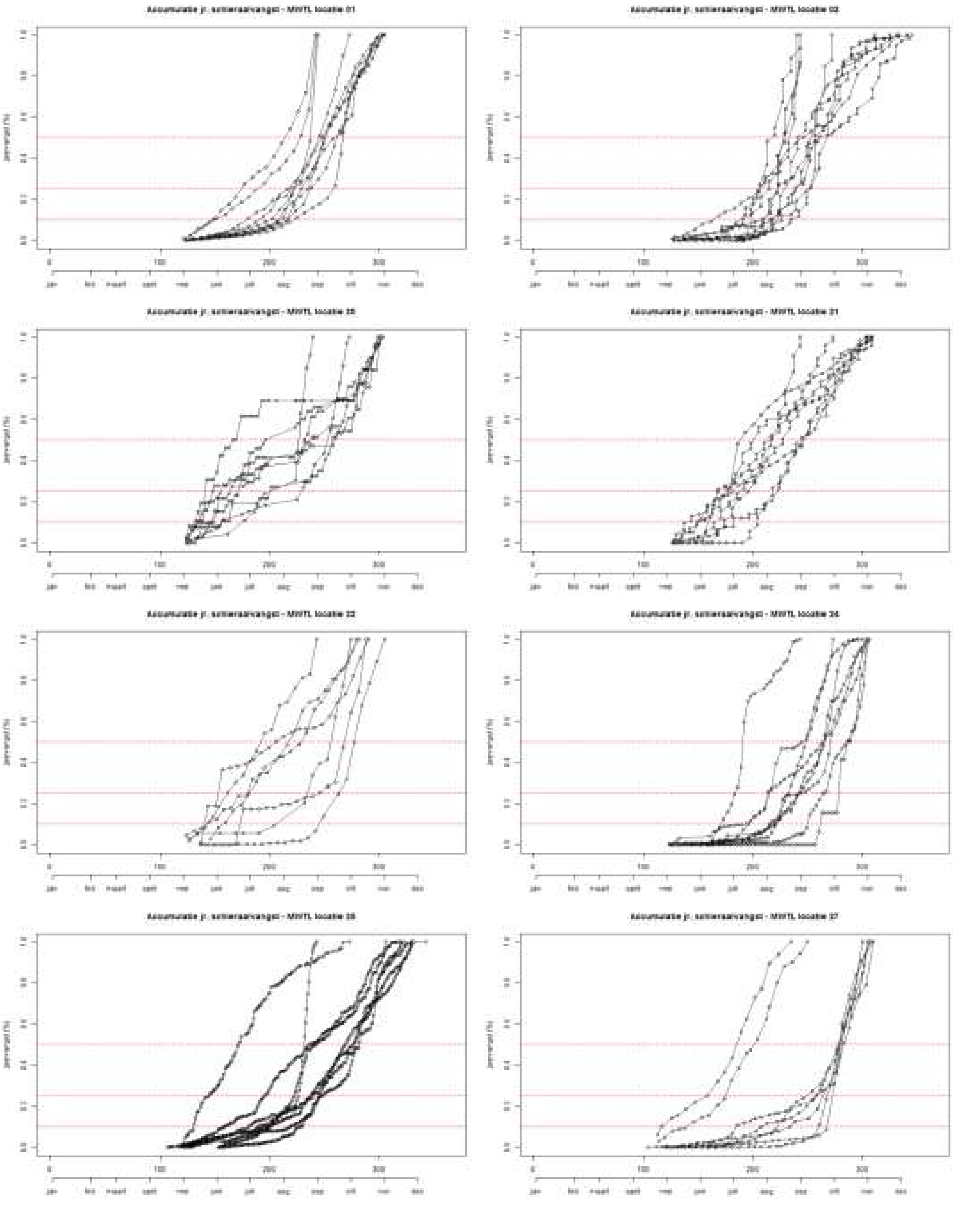



***Figuur B.2***. *Watertemperatuurregistratie uit Waterbase voor de locaties Breezanddijk (BzD), Den Oever, Kornwederzand–buiten, Enkhuizerzand, Ketelmeer west, Stavoren en Steile bank voor de periode 1959 tot en met 2014.*




***Figuur B.3.*** *Trend in jaarlijkse watertemperatuur gecorrigeerd voor seizoensinvloeden voor de periode 1959 - 1993.*

## Bijlage C. Cumulatieve schieraalvangsten MWTL gebieden.



***Figuur C.1.*** *Cumulatieve schieraalvangst per gebied per jaar voor de MWTL passieve vismonitoring. De horizontale rode stippellijnen geven van onder naar boven de 10%, 25% en 50% jaarvangsten weer. Zowel jaren voor als na de sluiting wegens de gesloten periode voor aalvistuigen staan weergegevens  in de figuren.*